

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล



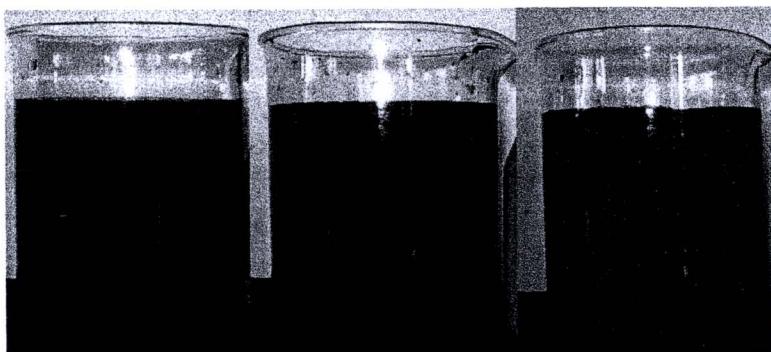
งานวิจัยนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาการกำจัดสีย้อมรีแอกทีฟโดยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีโดยการทดลองจาร์เทสต์ โดยงานวิจัยนี้ได้ใช้น้ำเสียสังเคราะห์ที่ใช้เป็นโทนสีโทน น้ำเงิน สีแดง และ โทนสีเหลือง ได้แก่ C.I. Reactive Black 5 C.I. Reactive 180 และ C.I. Reactive Unknow ตามลำดับ ที่ความเข้มข้นสี 100 มก./ล. และน้ำเสียจริงในการทดลองซึ่งเป็นน้ำเสียสีย้อมรีแอกทีฟ จากหม้อย้อม หม้อล้าง น้ำเสียรวมก่อนเข้าผ่านการบำบัดและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว

4.1 คุณสมบัติของน้ำเสียสังเคราะห์สารละลายสีย้อมความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร

น้ำเสียสังเคราะห์โทนสีน้ำเงิน แดง และเหลืองที่ความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร มีค่าพีเอช ก่อนข้างเป็นกรดเฉลี่ย 5.44 4.96 และ 5.2 ตามลำดับ มีค่าความเข้มสี ADMI เริ่มต้นอยู่ระหว่าง 2,297- 3,200 และมีค่าการนำไฟฟ้า 116-147 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ดังตารางที่ 4.1 และภาพที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของน้ำเสียสังเคราะห์สารละลายสีย้อมความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร

ประเภท	pH	ค่าสี ADMI	%T	Absorbent	TDS (mg/L)	ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
โทนสีน้ำเงิน C.I. Reactive Black 5	5.43-5.45 Avg. 5.44	2297	60.942	0.098	2,580	123
โทนสีแดง C.I. Reactive 180	4.89-5.02 Avg. 4.96	3024	50.930	0.208	2,620	116
โทนสีเหลือง C.I. Reactive Unknow	5.50-5.54 Avg. 5.52	3200	20.168	0.020	2,460	147



1) โทนสีน้ำเงิน 2) โทนสีแดง 3) โทนสีเหลือง

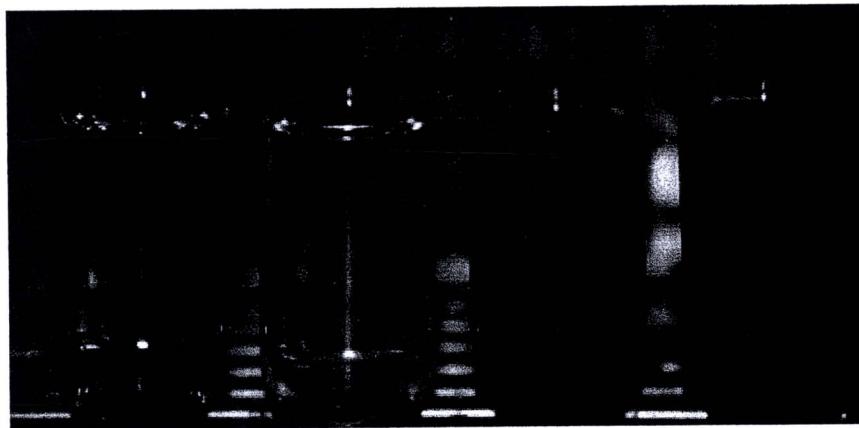
ภาพที่ 4.1 น้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟความเข้มข้น 100 มิลลิกรัม/ลิตร

4.2 คุณสมบัติของน้ำเสียจริงจากโรงงานไทยอินเตอร์ คอตตอน

จากผลการวิเคราะห์ลักษณะน้ำเสียพบว่าน้ำจากหม้อต้มย้อมมีค่าพีเอชเป็นด่าง 11.22 มีความเข้มข้น ADMI เริ่มต้น 3227 ใกล้เคียงกับน้ำเสียสีสังเคราะห์ และมีค่าของแข็งละลายน้ำ 35,180 มก/ล. น้ำเสียจากหม้อล้างมีค่าพีเอชเป็นด่าง 10.51 มีความเข้มข้น ADMI เริ่มต้น 2790 และมีค่าของแข็งละลายน้ำ 10,400 มก/ล. น้ำเสียเสียรวมก่อนเข้าระบบบำบัดมีค่าพีเอชเป็นด่าง 10.48 มีความเข้มข้น ADMI เริ่มต้น 151 และมีค่าของแข็งละลายน้ำ 5,270 มก/ล. น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้วมีค่าพีเอชเป็นด่าง 8.47 มีความเข้มข้น ADMI เริ่มต้น 201 และมีค่าของแข็งละลายน้ำ 3,450 มก/ล. ดังตารางที่ 4.2 และภาพที่ 4.2 ซึ่งน้ำจากกระบวนการผลิตและน้ำทิ้งจากโรงงานยังมีค่าของแข็งละลายน้ำเกินค่ามาตรฐานน้ำทิ้งมาก

ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของน้ำเสียจากกระบวนการผลิตและน้ำทิ้งของโรงงานไทยอินเตอร์คอตตอน

ประเภท	pH	COD (mg/L)	TDS (mg/L)	ค่าสี ADMI	%T	Absorbent	ค่าความนำไฟฟ้า (mS/cm)
หม้อต้มย้อม	11.22	421	35,180	3227	38.89	0.379	28.11
หม้อล้าง	10.51	324	10,400	2791	89.34	0.127	9.5
เสียรวมก่อนเข้าระบบ บำบัด	10.48	547	5,270	151	95.67	0.002	3.33
น้ำเสียที่ผ่านการ บำบัดทางชีวภาพแล้ว	8.47	81	3,450	201	93.21	0.008	6.22
มาตรฐานน้ำทิ้ง	5-9	120	3,000	-	-	-	-



1) น้ำเสียที่ผ่านการบำบัด 2) เสียรวมก่อนเข้า 3) หม้อล้าง 4) หม้อต้มย้อม
ทางชีวภาพแล้ว ระบบบำบัด

ภาพที่ 4.2 น้ำจากกระบวนการผลิตและน้ำทิ้งจากโรงงานไทยอินเตอร์คอตตอน

4.3 ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีโอดีของน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟด้วยสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ และโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์

4.3.1 การเปรียบเทียบการกำจัดสีและซีโอดี

4.3.1.1 ผลของการศึกษาพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์

ค่าพีเอชเป็นปัจจัยสำคัญในกระบวนการตกตะกอนซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีของสารสร้างตะกอน โดยสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน ในการทดลองนี้ได้ทำการศึกษาผลของพีเอชเริ่มต้นของน้ำ ซึ่งผลการทดลองมีดังนี้

ในการทดลองนี้ทำการตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟโทนสีแดง (C.I. Reactive 180) โทนสีน้ำเงิน (C.I. Reactive Black 5) และ โทนสีเหลือง (C.I. Reactive Unknow) ที่มีความเข้มข้นเริ่มต้น 100 มก./ล. โดยทำการปรับพีเอชเริ่มต้นของน้ำสังเคราะห์ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) เข้มข้น 0.05 นอร์มอล ให้น้ำสังเคราะห์มีพีเอชเริ่มต้นให้มีค่า 4 5 6 7 8 และ 9 ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดี กล่าวได้ว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมในการกำจัดสีและซีโอดีของน้ำเสียสังเคราะห์โดยใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ ในการตกตะกอนสีย้อมโทนสีแดง (C.I. Reactive 180) และ โทนสีเหลือง (C.I. Reactive Unknow) คือ พีเอช 6 มีความเข้มข้นหน่วย ADMI คือ 155 และ 88 ตามลำดับ ส่วน โทนสีน้ำเงิน (C.I. Reactive Black 5) ค่าพีเอชที่เหมาะสม คือ พีเอช 8 มีความเข้มข้นในหน่วย ADMI คือ 121 ประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ทั้งสาม โทนสีพบว่าค่าพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีที่เหมาะสมอยู่ที่พีเอช 6 - 8 โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟในโทนสีแดง (C.I. Reactive 180) สีเหลือง (C.I. Reactive Unknow) และสีน้ำเงิน (C.I. Reactive Black 5) เท่ากับ 94.9% 97.2% และ 94.7% ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟโทนสีแดง (C.I. Reactive 180) โทนสีเหลือง (C.I. Reactive Unknow) และ โทนสีน้ำเงิน (C.I. Reactive Black 5) คือ 94.6% 77.2% และ 70.816% ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.3 4.4 และ 4.5 ตามลำดับและภาพที่ 4.3 และ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าของแข็งละลายน้ำที่สภาวะเหมาะสมหลังการตกตะกอน พบว่า มีค่าลดลงโดยมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำทั้ง 3 โทนสีอยู่ในช่วงร้อยละ 34.5 - 39.31

ส่วนการใช้โพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์ในการสร้างตะกอนจากผลการทดลอง พบว่าค่าพีเอชที่เหมาะสมในการสร้างตะกอนสีย้อมโทนสีแดงคือ พีเอช 7 มีความเข้มข้นในหน่วย ADMI คือ 270 โทนสีเหลืองพีเอช 8 มีความเข้มข้นในหน่วย ADMI คือ 146 ส่วน โทนสีน้ำเงินค่าพีเอชที่เหมาะสม คือ พีเอช 5 มีความเข้มข้นในหน่วย ADMI คือ 37 ดังตารางที่ 4.3 4.4 และ 4.5 ตามลำดับ

ประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียสังเคราะห์สีข้อมแอกทีฟด้วยโพไลอะลูมินัมคลอไรด์ทั้งสามโทนสีพบว่าค่าพีเอชของน้ำเสียสังเคราะห์เริ่มต้นมีแนวโน้มของประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีที่เหมาะสมอยู่ที่พีเอช 5 - 8 โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดสีในน้ำเสียสังเคราะห์สีข้อมรีแอกทีฟในโทนสีแดง สีเหลือง และสีน้ำเงิน คือ 91.09% 95.45% และ 98.38% ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพในการกำจัดซีโอดีในน้ำเสียสังเคราะห์สีข้อมรีแอกทีฟโทนสีแดง โทนสีเหลืองและโทนสีน้ำเงินเท่ากับ 95.39% 71.74% และ 77.55% ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.3 และ 4.4 ผลการวิเคราะห์ค่าของแข็งละลายน้ำที่สภาวะเหมาะสมหลังการตกตะกอน พบว่า มีค่าลดลงโดยมีประสิทธิภาพในการลดค่าของแข็งละลายน้ำทั้ง 3 โทนสีอยู่ในช่วงร้อยละ 2.85 – 34.69

ตารางที่ 4.3 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองหาค่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์สรีแอกทีฟโทนสีแดง ด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพตัสเซียมคลอไรด์

พารามิเตอร์	ชนิดสาร ตกตะกอน	น้ำเสีย สังเคราะห์ ก่อนการ ทดลอง	น้ำเสียหลังการทดลอง					
			pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
พีเอช	ACH	4.96	4.25	4.48	5.23	6.23	6.91	6.92
	PACl		4.36	4.33	4.35	5.35	5.39	5.72
ความขุ่นสี (ADMI)	ACH	3024	198	182	155	208	219	481
	PACl		332	300	347	270	284	272
%การกำจัดสี	ACH	-	93.50	93.90	94.90	93.10	92.40	84.10
	PACl		89.04	90.09	88.52	91.09	90.59	90.99
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	93.18	79.90	67.80	5.10	14.50	16.50	15.50
	PACl		32.28	11.30	5	4.30	16.22	9.75
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	14.20	27.20	94.60	84.40	82.23	83.40
	PACl		65.36	87.87	94.63	95.39	82.59	89.54
SS(mg/L)	ACH	-	136.50	102.50	105	62.50	179	79
	PACl		20	22.50	23	42.50	59	55
TDS(mg/l)	ACH	2,580	1,635	1,690	1,690	1,685	1,730	1,740
	PACl		2,535	2,380	1,690	1,685	1,730	1,740
%กำจัดTDS	ACH	-	36.63	34.50	34.50	34.70	32.95	32.56
	PACl		1.74	7.75	34.50	34.69	32.95	32.56
ปริมาณ ตะกอน หนัก(mg/L)	ACH	-	5	7	12	8	6	-
	PACl		5	7	12	8	6	-
ค่าการนำไฟฟ้า (μ S/cm)	ACH	116	115.15	86.5	89.5	85.5	85.1	92.6
	PACl		115	87	89.5	87	85.5	92.5

ตารางที่ 4.4 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองหาค่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ซีรีส์แรกทีฟโทนสีน้ำเงิน ด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์

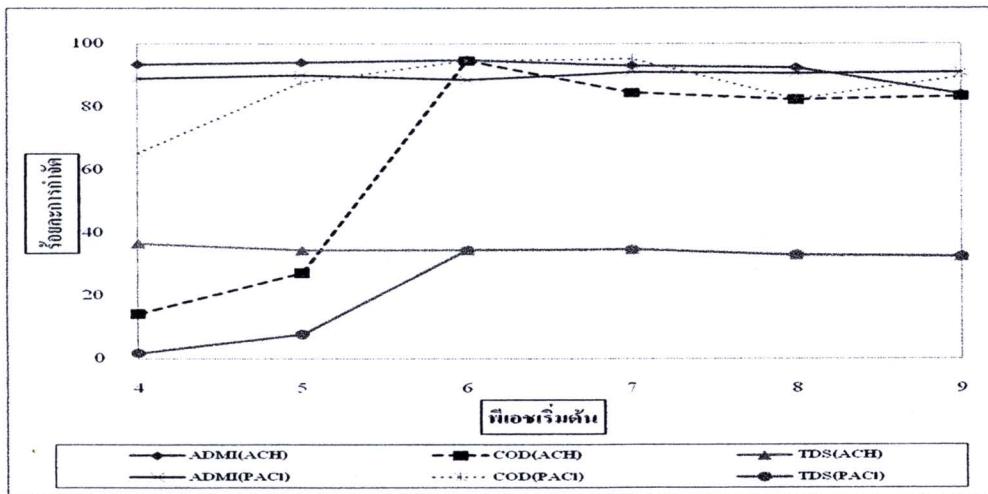
พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	น้ำเสียสังเคราะห์ก่อนการทดลอง	น้ำเสียหลังการทดลอง					
			pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
พีเอช	ACH	5.44	4.57	4.91	5.19	6.19	6.38	6.71
	PACl		4.26	4.42	4.46	5.48	5.79	5.53
ความเข้มข้น (ADMI)	ACH	2297	141	138	151	184	121	667
	PACl		126	37	870	159	63	71
%การกำจัดซี	ACH	-	93.80	93.90	93.40	91.70	94.70	70.50
	PACl		94.53	98.38	96.10	93.06	97.24	96.92
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	65.10	62.30	47.50	27.50	24	19	25
	PACl		62.07	14.62	29.92	32	19.51	26.34
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	4.30	26.90	57.70	63.10	70.80	61.60
	PACl		4.66	77.55	54.04	50.85	70.03	59.55
SS(mg/L)	ACH	-	59	41	31	30	13.5	13.5
	PACl		17	20	20	25	25	23
TDS(mg/l)	ACH	2,620	2,050	1,865	1,785	1,760	1,590	1,880
	PACl		1,970	1,940	1,960	1,960	1,970	2,000
%กำจัดTDS	ACH	-	21.76	28.82	31.87	32.82	39.31	28.24
	PACl		24.81	25.95	25.19	25.19	24.81	23.66
ปริมาณ ตะกอนหนัก(mg/L)	ACH	-	5	5	5	8	14.5	-
	PACl		2	10	8	8	5	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)	ACH	123	120.95	90.94	88.40	90.30	93	95
	PACl		148.90	126.70	127.10	124.60	127.20	143.10

ตารางที่ 4.5 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองหาค่าพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียสังเคราะห์ซีรีส์เอกที่ฟิโตนีเลียอง
ด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์

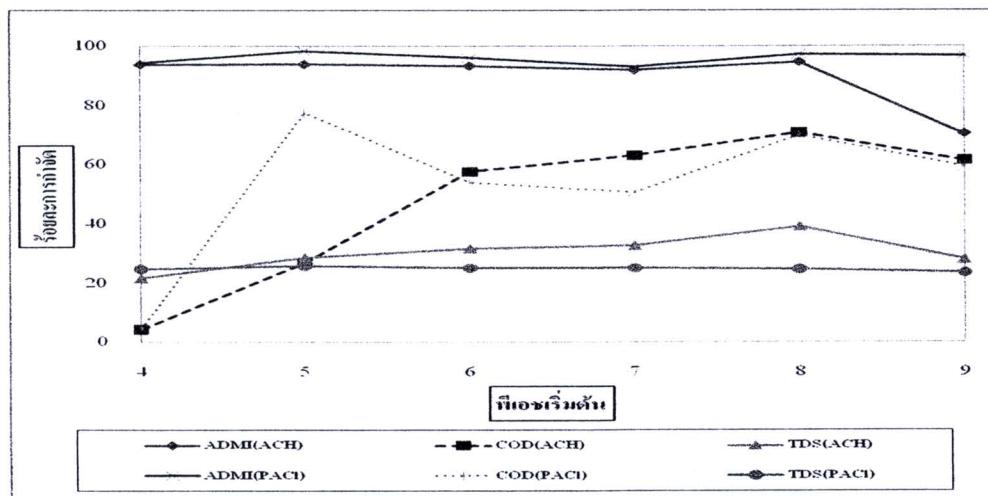
พารามิเตอร์	ชนิดสาร ตกตะกอน	น้ำเสีย สังเคราะห์ ก่อนการ ทดลอง	น้ำเสียหลังการทดลอง					
			pH 4	pH 5	pH 6	pH 7	pH 8	pH 9
พีเอช	ACH	5.52	4.27	4.79	5.27	5.97	6.06	6.71
	PACl		4.22	4.68	4.56	5.54	5.70	5.64
ความขุ่นสี (ADMI)	ACH	3200	154	164	88	161	140	186
	PACl		196	171	152	160	146	189
%การกำจัดสี	ACH	-	95.20	94.90	97.20	94.90	95.60	94.20
	PACl		93.89	94.67	95.26	95.01	95.45	94.11
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	85.15	62.10	20.50	19.40	10.90	14.60	26.30
	PACl		54.03	36.23	31.01	31.86	24.06	32.63
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	27.10	75.90	77.20	87.20	82.80	69.10
	PACl		36.55	57.45	63.58	62.59	71.74	61.68
SS(mg/L)	ACH	-	75	67.50	55	65	57.50	65
	PACl		55	40	40	20	20	23
TDS(mg/l)	ACH	2,460	2,000	1,625	1,540	1,600	1,675	1,640
	PACl		2,420	2,230	2,300	2,350	2,390	2,400
%กำจัดTDS	ACH	-	18.70	33.94	37.40	34.96	31.91	33.33
	PACl		1.63	9.35	6.50	4.47	2.85	2.44
ปริมาณ ตะกอน หนัก(mg/L)	ACH	-	1.5	3	7	4.50	5.50	4
	PACl		2	4	4	5	8	8
ค่าการนำไฟฟ้า (μ S/cm)	ACH	147	146.40	94.30	92	95.50	94	110.60
	PACl		150.10	135.80	130.70	130.80	129.40	126.50

จากผลการทดลองพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีเมื่อค่าพีเอชของน้ำสังเคราะห์เพิ่มขึ้น เมื่อค่าพีเอชเป็น 5-8 ตามหลักการที่กล่าวไว้ว่าระดับพีเอชที่เหมาะสมของกระบวนการตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ คือ 5 - 8 ทั้งนี้เนื่องจากค่าพีเอชเข้าใกล้ความเป็นกลาง สารประกอบ $Al(OH)_3$ ซึ่งเป็นของแข็งจะเกิดขึ้นมากกว่าไอออนอื่น Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$, $Al_8(OH)_{20}^{4+}$ และ $Al(OH)_4^-$ อย่างไรก็ตาม การตกผลึกอาจเกิดขึ้นในอัตราช้ามากเมื่อใช้อะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตน้อย เนื่องจากไม่มีการชักนำ ดังนั้นในทางปฏิบัติจะต้องมีสารอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตที่มากเกินไปจึงจะมีผลึก $Al(OH)_3$ เกิดขึ้นในอัตราส่วนพอสมควร ด้วยเหตุนี้การทำกระบวนการตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตให้กับน้ำเสียสังเคราะห์จึงควรให้ค่าพีเอชของน้ำสังเคราะห์เป็นกรดเล็กน้อย (พีเอช 6) เพราะ Al^{3+} จะไม่ตกตะกอนจนเกินไป ดังนั้นแม้ว่าจะมีประจุบวกมากก็ไม่ดีเหมือนไอออนคอมเพล็กซ์อื่นที่มีประจุน้อยกว่า แต่ตกตะกอนได้ดี และน้ำไม่ควรมีค่าพีเอชสูงเนื่องจากจะได้ไอออนที่มีประจุลบซึ่งไม่มีประโยชน์ในกระบวนการตกตะกอนให้กับสารละลายสีย้อมรีแอกทีฟที่มีประจุลบเช่นกัน (พิงอร, 2545)

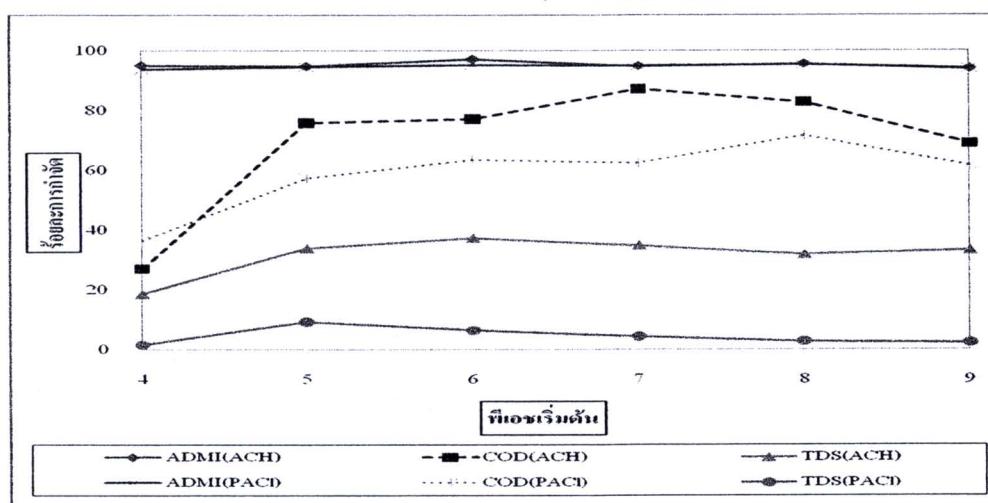
สรุป สารสร้างตะกอนอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์สามารถกำจัดสีได้สูงอยู่ระหว่าง 94.70% ถึง 97.20% และ 91.09% ถึง 98.38% ตามลำดับ สารสร้างตะกอนทั้ง 2 ชนิดยังสามารถกำจัดซีโอดีทั้ง 3 โทนสีได้ร้อยละ 70 สภาวะพีเอชที่เหมาะสมของสารอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ในโทนสีแดง โทนสีน้ำเงิน และโทนสีเหลืองคือที่พีเอช 6.8.6 และ 7.5.8 ตามลำดับ จากผลการทดลองเมื่อค่าพีเอชเป็นกรดหรือด่างเกินไปทำให้ความเข้มข้นสูงอยู่ เนื่องจากสารอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ต้องรวมตัวกับความเบด่าง(OH)ในน้ำเพื่อทำหน้าที่ห่อหุ้มอนุภาคที่แขวนลอยในน้ำให้รวมตัวกันและตกตะกอนลงมา ถ้าการปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้นของน้ำที่ไม่เหมาะสมทำให้ความเบด่างในน้ำไม่เพียงพอที่จะรวมตัวกับอะลูมิเนียมในน้ำ จึงเป็นผลให้น้ำเสียมมีความเข้มข้นสูง ปริมาณอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่ใช้คือ 60 และ 30 มก./ล.ตามลำดับ สามารถกำจัดสีและซีโอดีได้ดี



1) โทนสีแดง

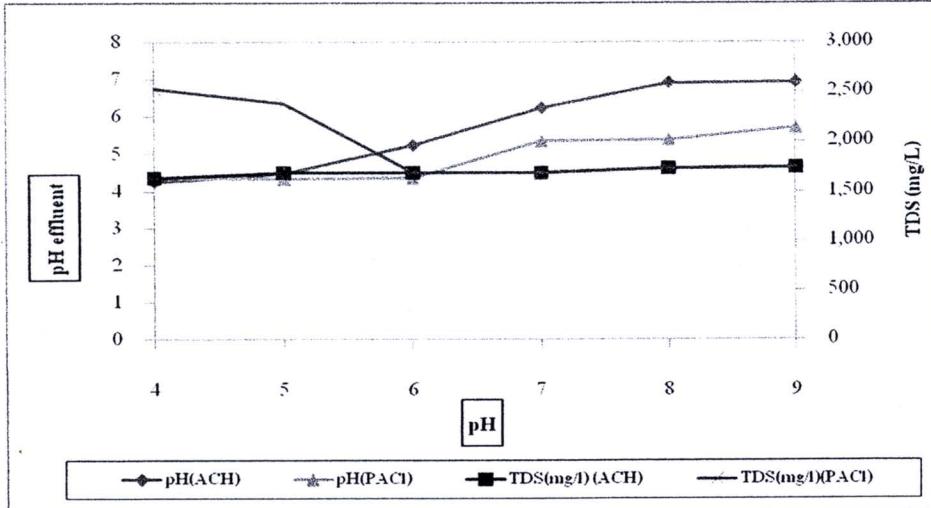


2) โทนสีน้ำเงิน

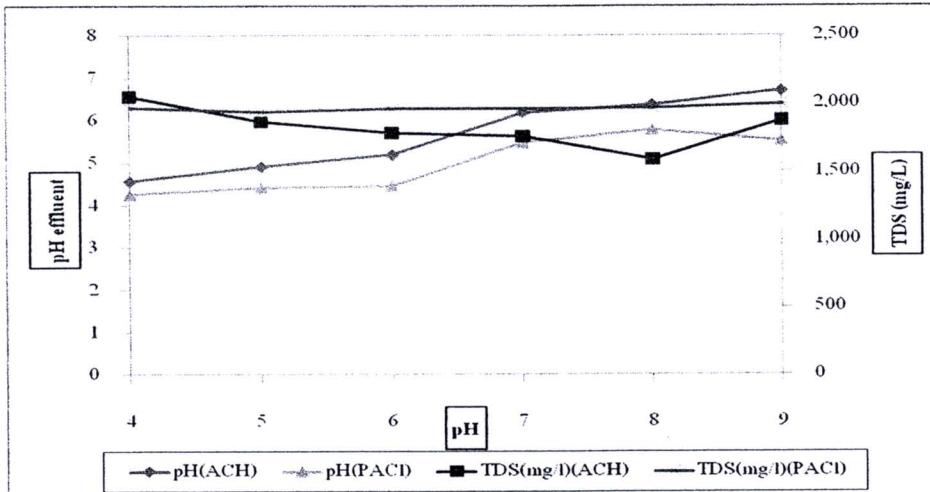


3) โทนสีเหลือง

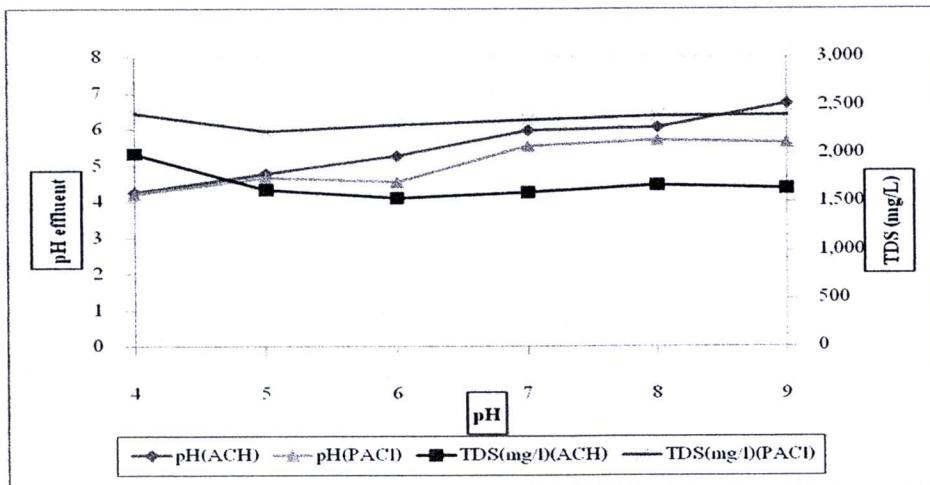
ภาพที่ 4.3 ร้อยละการกำจัดดี ซีไอไดน้ำ และของแข็งละลายน้ำ น้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีเอกทีฟที่พีเอช เริ่มต้นต่างๆด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพอลิอะลูมิเนียมคลอไรด์



1) โทนสีแดง



2) โทนสีน้ำเงิน



3) โทนสีเหลือง

ภาพที่ 4.4 พิเศษและค่าของแข็งละลายน้ำหลังตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่ข้อมรีแอกทีฟที่พีเอชเริ่มต้นต่างๆด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์

4.3.1.2 ผลการศึกษาปริมาณสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์

ในการทดลองนี้ทำการตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์ซีเอ็มรีแอกทีฟ 3 โทนสี ค่าความเข้มข้นซีเริ่มต้น 100 มก./ล. ที่พีเอชเริ่มต้นที่สภาวะเหมาะสมของน้ำเสียซีเอ็มรีแอกทีฟในแต่ละโทนสี ได้แก่ พีเอชน้ำเสียสังเคราะห์ที่สภาวะที่เหมาะสมในโทนสีแดง(C.I. Reactive 180) และโทนสีเหลือง (C.I. Reactive Unknow) คือ พีเอช 6 ส่วนโทนสีน้ำเงิน (C.I. Reactive Black 5) พีเอชน้ำเสียสังเคราะห์ที่สภาวะที่เหมาะสม คือ พีเอช 8 ทำการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ที่ 20 30 40 50 60 และ 70 มก./ล. จากการทดลองพบว่า ปริมาณอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์สูงสุดในการกำจัดซีจากน้ำเสียสังเคราะห์ซีเอ็มรีแอกทีฟโทนสีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง คือใช้ อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 70 ,70 และ 60 มก./ล.ตามลำดับ สามารถกำจัดซีน้ำเสียสังเคราะห์ได้ร้อยละ 95.32 95.70 และ 94.29 ตามลำดับ มีประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีร้อยละ 86.05 92.52 และ 60 ตามลำดับ ซีเอ็มรีแอกทีฟโทนสีแดง โทนสีน้ำเงินและโทนสีเหลือง มีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำร้อยละ 12.79 2.48 และ 13.62 ตามลำดับ ดังตารางที่ 4.6 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.6

ส่วนการใช้สารโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน โดยทำการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่ 10 20 30 40 50 และ 60 มก./ล. จากการทดลองพบว่า ปริมาณโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการกำจัดซีจากน้ำเสียสังเคราะห์ซีเอ็มรีแอกทีฟในโทนสีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลือง คือ 30 มก./ล. พบว่า มีประสิทธิภาพการกำจัดซีสูงร้อยละ 93.24 92.05 และ 93.42 ตามลำดับ และมีประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีร้อยละ 69.45 59.3 และ 72.55 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าพีเอชของน้ำหลังตกตะกอนมีค่าพีเอชลดลงเนื่องจากเนื่องจาก H^+ ที่ได้ทำปฏิกิริยาการไฮโดรไลซิสของอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์เกิดขึ้นมาก ปริมาณของแข็งละลายน้ำหลังตกตะกอนด้วยโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์ พบว่าลดลงเล็กน้อยคิดเป็นประสิทธิภาพการกำจัดร้อยละ 16.47-21.14 ดังตารางที่ 4.6 4.7 และ 4.8 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองหาปริมาณสารอะลูมิเนียมคลอไรด์และสารโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ของน้ำเสียสังเคราะห์สิริแอกทีฟโทนสีแดงที่พีเอชเหมาะสม

พารามิเตอร์	น้ำเสีย สังเคราะห์ก่อน การทดลอง	ชนิดสาร สร้าง ตะกอน	ความเข้มข้นของสารสร้าง ตะกอนทั้ง 2 ชนิด (มก./ล.)						
			10	20	30	40	50	60	70
พีเอช	6 และ 7	ACH	-	5.95	5.43	5.2	5	4.93	4.94
		PACI	5.59	5.43	5.43	5.32	5.38	5.37	-
ความเข้มข้น (ADMI)	3024	ACH	-	2855	2455	1640	393	165	141
		PACI	2851	1109	192	205	228	296	-
%การกำจัดซี	-	ACH	-	5.58	18.80	45.75	86.98	94.52	95.32
		PACI	5.74	63.35	93.65	93.24	92.45	90.22	-
ซีไอดี (มก./ล.)	93.18	ACH	-	41	35.90	30	30	22	13
		PACI	49.09	29	28.50	30	33.50	31	-
%กำจัดซีไอดี	-	ACH	-	55.99	61.47	67.80	67.80	76.39	86.05
		PACI	47.32	68.88	69.45	67.81	64.05	66.73	-
SS(mg/L)	-	ACH	-	21.5	23	28.5	34	40.5	46
		PACI	10	13	16	16.5	20	25	-
TDS(mg/l)	2,580	ACH	-	2,220	2,210	2,270	2,295	2,315	2,250
		PACI	2,085	2,135	2,155	2,375	2,410	2,515	-
%กำจัดTDS	-	ACH	-	13.95	14.34	12.02	11.05	10.27	12.79
		PACI	19.19	17.25	16.47	7.95	6.59	2.52	-
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	-	ACH	-	10	13.50	17	21	26.50	28
		PACI	2.50	14.50	19	18	16.50	15.5	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)	116	ACH	-	85.15	86.50	88.70	89.10	90.10	91.25
		PACI	89.40	89.95	90.05	91.35	92	92.45	-

ตารางที่ 4.7 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองหาปริมาณสารอะลูมิเนียมคลอไรด์และสารโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ของน้ำเสียดังเคราะห์สิริแอกทีฟโทนสีน้ำเงินที่พีเอชเหมาะสม

พารามิเตอร์	น้ำเสียดังเคราะห์ก่อนการทดลอง	ชนิดสารสร้างตะกอน	ความเข้มข้นของสารสร้างตะกอนทั้ง 2 ชนิด (มก./ล.)						
			10	20	30	40	50	60	70
พีเอช	8 และ 5	ACH	-	7.43	7.32	7.43	7.38	7.23	7.58
		PACl	4.59	4.43	4.92	4.43	4.38	4.37	-
ความเข้มข้น (ADMI)	2297	ACH	-	1525	1130	452	191	156	130
		PACl	1288	288	183	192	188	196	-
%การกำจัดสี	-	ACH	-	33.6	50.8	80.3	91.7	93.2	95.7
		PACl	43.9	87.5	92.1	91.7	91.8	91.5	-
ซีไอดี (มก./ล.)	65.10	ACH	-	19.02	15.74	10.79	10.12	4.75	4.87
		PACl	60.39	49	26.5	31	28	29	-
%กำจัดซีไอดี	-	ACH	-	70.8	75.8	83.4	84.5	92.7	92.5
		PACl	7.3	24.7	59.3	52.4	56.9	55.5	-
SS(mg/L)	-	ACH	-	25	28.5	24.5	30.5	32	32.5
		PACl	23	23	20	22	21	21	-
TDS(mg/l)	2,620	ACH	-	2,595	2,455	2,460	2,545	2,575	2,555
		PACl	2,095	2,150	2,150	2,145	2,170	2,250	-
%กำจัดTDS	-	ACH	-	0.95	6.30	6.11	2.86	1.72	2.48
		PACl	20.04	17.94	17.94	18.13	17.18	14.12	-
ปริมาณตะกอนหนัก (mg/L)	-	ACH	-	8	12.5	17.5	21	27	31.5
		PACl	1	7.6	12	10	10	10	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)	123	ACH	-	83.80	80.65	81.95	81.95	88	92.55
		PACl	84.50	79.60	82.50	81.70	88	92.50	-

ตารางที่ 4.8 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองหาปริมาณสารอะลูมิเนียมคลอไรด์และสารโพสโตะลูมิเนียมคลอไรด์ของน้ำเสียสังเคราะห์สิริแอกทีฟโทนสีเหลืองที่พีเอชเหมาะสม

พารามิเตอร์	น้ำเสีย สังเคราะห์ก่อน การทดลอง	ชนิดสาร สร้าง ตะกอน	ความเข้มข้นของสารสร้าง ตะกอนทั้ง 2 ชนิด (มก./ล.)						
			10	20	30	40	50	60	70
พีเอช	6	ACH	-	6.59	6.43	6.06	6.06	6.15	6.02
		PACI	5.59	5.43	5.1	5.43	5.38	5.27	-
ความเข้มข้น (ADMI)	3200	ACH	-	1751	1262	340	189	131	202
		PACI	1971	254	151	176	231	228	-
%การกำจัดสี	-	ACH	-	23.79	45.08	85.22	91.79	94.29	91.20
		PACI	14.19	88.93	93.42	92.35	89.94	90.07	-
ซีไอดี (มก./ล.)	85.15	ACH	-	74.28	60.82	55.24	44.53	37.47	41.91
		PACI	37.22	23.94	23.38	29.06	37.88	30.06	-
%กำจัดซีไอดี	-	ACH	-	12.77	28.57	35.13	47.70	60	50.79
		PACI	56.29	71.89	72.55	65.87	55.51	64.69	-
SS(mg/L)	-	ACH	-	25	23	25	29	28	27
		PACI	33	32	29	30	28	25	-
TDS(mg/l)	2,460	ACH	-	2,385	2,390	2,340	2,255	2,125	2,305
		PACI	2,100	1,925	1,940	2,000	2,275	2,340	-
%กำจัดTDS	-	ACH	-	3.05	2.85	4.88	8.33	13.62	6.30
		PACI	14.63	21.75	21.14	18.70	7.52	4.88	-
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	-	ACH	-	5	10	19	21	22	27
		PACI	2	2	11	10	12	15	-
ค่าการนำไฟฟ้า (μ S/cm)	147	ACH	-	88.50	89.30	89.80	90.10	90.50	90.90
		PACI	83.80	80.70	81.90	81.90	88	92.60	-

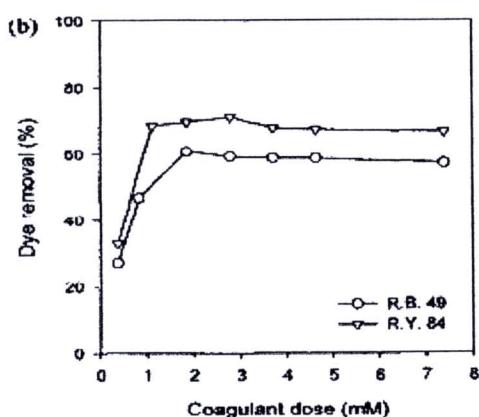
จากการรวบรวมผลงานวิจัยที่เกี่ยวกับสารละลายสี้อมรีแอกทีฟ พบว่า สี้อมรีแอกทีฟสามารถละลายน้ำได้ดีและมีประจุลบ (อริศรา,2539; Kim et al., 2004; Gao et al.,2007; Furlan et al.,2010). ประสิทธิภาพในการกำจัดสีของน้ำเสียขึ้นอยู่กับประเภตสี้อมเป็นสำคัญ สำหรับสี้อมที่ไม่ละลายน้ำ ได้แก่ สีแควด สีซัลเฟอร์ สีอะโซอิก สีเมททลิกและสีดิสเพอร์ส จะถูกกำจัดได้ง่ายซึ่งคาดว่ากระบวนการกำจัดเป็นแบบกวาด (Sweep Flocc) ทำให้มีประสิทธิภาพการกำจัดสูง (สมคิด,2525) ในขณะที่สี้อมที่ละลายน้ำได้ดี เช่น สีประเภทรีแอกทีฟ เอซิด และ ไคเร็กท์ จะถูกกำจัดได้ยาก (กาญญาณี,2535)

จากงานวิจัย (Kim et al., 2004) ได้ศึกษาการลดสีของสารละลายสี้อมดิสเพอร์และสี้อมรีแอกทีฟโดยใช้สารเฟอร์ริกคลอไรด์ พบว่า การเพิ่มจำนวนของอออนที่มีประจุบวกและปรับเปลี่ยนพีเอชที่เหมาะสม การคูดคิผิวจะมีผลต่อการเปลี่ยนค่าซีตาโพเทนเชียลลง (จากประจุลบกลายเป็นศูนย์) ทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์เกิดประสิทธิภาพการกำจัดสีที่สุด นอกจากนี้จากการวิเคราะห์ค่า SVI และ SV พบการตกตะกอนของสีดิสเพอร์สตกได้ดีกว่าและตะกอนแน่นกว่าสีรีแอกทีฟ

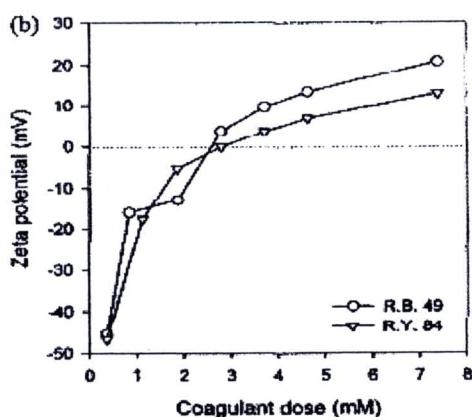
ดังนั้นสารละลายสี้อมรีแอกทีฟซึ่งมีประจุลบในทางทฤษฎีการตกตะกอนทางเคมีเปรียบเสมือนคอลลอยด์ขนาดเล็ก การใช้สารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ โดยการ Electrogenation of hydroxide flocc เป็นการคูดคิผิวของอนุภาคคอลลอยด์ และกำจัดอออนคอมเพล็กซ์โดยหักล้างประจุ ซึ่งมีความเป็นไปได้สำหรับเป็นกลไกการกำจัดสี้อมรีแอกทีฟซึ่งมีค่าการละลายน้ำสูงมากๆ นอกจากนี้สารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์อาจมีความเป็นไปได้ในการเกิด Precipitation ของสีรีแอกทีฟซึ่งมีประจุลบ โดยเกิดปฏิกิริยาระหว่างสี้อมรีแอกทีฟกับสารอออนคอมเพล็กซ์ประจุบวก (Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$, $Al_8(OH)_{20}^{4+}$) ซึ่งขึ้นกับค่าพีเอชของช่วงละลายของเฟสน้ำตาม Stability Diagram ของระบบเมื่อค่าพีเอชเป็นกลางจะพบสารประกอบ $Al(OH)_3$ มากกว่าไอออนอื่น จากงานของ (Kim et al., 2004) จะพบว่า เมื่อเพิ่มความเข้มข้นสารส่งผลทำให้ซีตาโพเทนเชียลประจุลบกลายเป็นประจุบวกที่ความเข้มข้นมากกว่า 2.5 mM แต่ประสิทธิภาพการกำจัดสีโดยรวมนั้นมีค่าลดลงเล็กน้อยเนื่องจากกลไกการคูดคิผิวและทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ (ดังภาพที่ 4.5)

จากผลการทดลองสรุปได้ว่า 2 กลไกที่เกี่ยวข้องน่าจะเป็นการทำลายเสถียรภาพและการคูดคิผิว กลไกการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์เป็นปฏิกิริยาไฮโดรไลซิสของอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์จะเกิด ไอออนคอมเพล็กซ์ที่มีประจุบวกทั้งหลายทำปฏิกิริยากับสารละลายสีรีแอกทีฟซึ่งมีประจุลบ พีเอชเหมาะสมที่ 5-8 ค่าพีเอชเข้าใกล้ความเป็นกลางเกิดสารประกอบ $Al(OH)_3$ ซึ่งเป็นของแข็งจะเกิดขึ้นมากกว่าไอออนอื่น Al^{3+} , $Al(OH)^{2+}$ $Al_8(OH)_{20}^{4+}$ และ $Al(OH)_4^-$ เมื่อใช้ความเข้มข้นต่ำการตกตะกอนจะเกิดได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ แต่เมื่อเพิ่ม

ปริมาณความเข้มข้นของสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ไปทำปฏิกิริยากับประจุลบ เมื่ออนุภาคคอลลอยด์สัมผัสกับผลึก $Al(OH)_3$ ก็จะจับอยู่บนผลึกนั้นเมื่อเกิดขึ้นมากๆ จะได้ฟล็อกที่มีขนาดใหญ่แล้วตกตะกอนลงมา ทำให้มองเห็นสีจางหายไป ประสิทธิภาพการกำจัดสีซีโอดี และของแข็งละลายน้ำเพิ่มมากขึ้นด้วยและตะกอนหนักก็มีแนวโน้มสูงขึ้นด้วย แต่เมื่อเพิ่มปริมาณสารมากขึ้นทำปฏิกิริยากับสารละลายสีไปจนถึงจุดหนึ่งประสิทธิภาพการกำจัดจะคงที่เพราะเกิดการตกผลึก (precipitation) ของผลึก $Al(OH)_3$ แม้ว่าปริมาณอะลูมิเนียมเพิ่มขึ้นแต่ไม่ส่งผลต่อการลดสีและซีโอดี ดังภาพที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าเมื่อใส่สารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ปริมาณน้อยก็จะเกิดฟล็อกปริมาณน้อย เมื่อใส่ปริมาณสารเกิน 70 และ 30 มก./ล. ขึ้นไปก็จะเห็นฟล็อกเกิดขึ้นเยอะ ซึ่งเกินค่า minimum solubility จะทำให้เกิดการคงที่ของ $Al(OH)_3$ ในน้ำเมื่อค่าอัลคาไลด์นิต์ในน้ำไม่เพียงพอที่จะรวมตัวกับอะลูมิเนียมในน้ำ จึงเป็นผลให้เกิดความขุ่นสีเข้มขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีลดลง

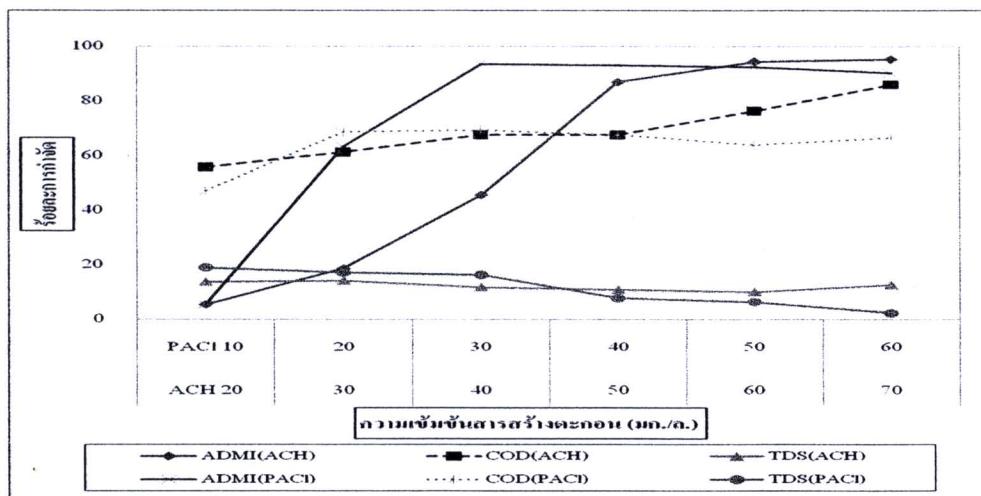


ก)

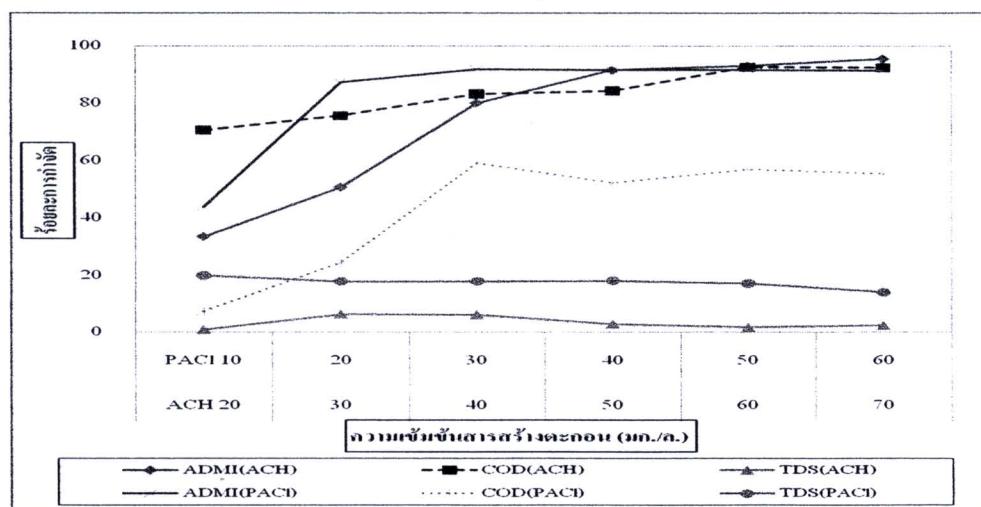


ข)

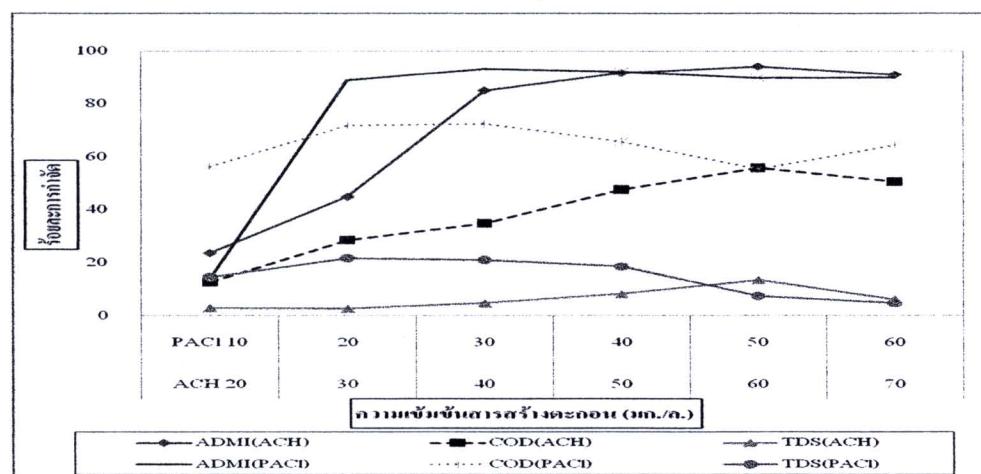
ภาพที่ 4.5 ก) ประสิทธิภาพการกำจัดสี ข) ค่าซีตาโพเทนเชียล โดยใช้สารเพอร์ริคคลอไรด์ตกตะกอนสีรีแอกทีฟ blue 49 at pH 7 และ yellow 84 at pH 6



1) โทนสีแดง



2) โทนสีน้ำเงิน



3) โทนสีเหลือง

ภาพที่ 4.6 ร้อยละการกำจัดสีและซีไอคีนน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอคทีฟหลังการตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพตัสเซียมคลอไรด์

4.3.1.3 ผลของชนิดและความเข้มข้นของโพลีเมอร์

โพลีเมอร์เป็นสารช่วยตกตะกอนที่จะเพิ่มประสิทธิภาพของอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ในการกำจัดสีและซีไอดี ทำการทดลองที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำสังเคราะห์ทั้ง 3 โทเนส 100 มก./ล. โดยลดปริมาณการใช้สารอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ที่สภาวะเหมาะสมที่ 70 มก./ล. ให้ต่ำลงจากปริมาณที่เหมาะสมคือใช้ปริมาณอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 50 มก./ล. เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบ โดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้น 0.1-0.6 มก./ล. จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1) สีย้อมรีแอกทีฟสีแดง : พบว่าการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบ (ตารางที่ 4.9 และ 4.10) มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสีต่ำมากหรือไม่ช่วยเลยแต่การใช้โพลีเมอร์ประจุบวกเพียง 0.1 มก./ล.ร่วมกับอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 50 มก./ล.จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีและของแข็งละลายน้ำได้สูงถึงร้อยละ 94.75 และ 53.68 ตามลำดับ ส่วนการใช้โพลีเมอร์ประจุลบความเข้มข้น 0.4 มก./ล.ร่วมกับอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 50 มก./ล.แม้ว่าจะทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีลดลงยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีและของแข็งละลายน้ำได้สูงร้อยละ 82.92 และ 55.04 ตามลำดับ

2) สีย้อมรีแอกทีฟสีน้ำเงิน : พบว่าการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกความเข้มข้น 0.1 มก./ล.จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีไอดี และของแข็งละลายน้ำได้ดีขึ้นเท่ากับร้อยละ 94.7 88.59 และ 54.20 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.11) ส่วนการใช้โพลีเมอร์ประจุลบพบว่าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและของแข็งละลายน้ำเพิ่มขึ้นเล็กน้อยแต่ประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีลดลง (ดังตารางที่ 4.12)

3) สีย้อมรีแอกทีฟสีเหลือง : พบว่าการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบ ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสี แต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีไอดีมากและยังช่วยกำจัดของแข็งละลายน้ำด้วย โดยการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกความเข้มข้น 0.2 มก./ล.และโพลีเมอร์ประจุลบความเข้มข้น 0.3 มก./ล.สามารถกำจัดซีไอดีได้สูงถึงร้อยละ 86.64 และ 87.87 ตามลำดับ (ดังตารางที่ 4.13 และ 4.14)

ส่วนการใช้สาร โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ในการกำจัดสีและซีไอดี ทำการทดลองที่ความเข้มข้นเริ่มต้นของน้ำสังเคราะห์ทั้ง 3 โทเนส 100 มก./ล. โดยลดปริมาณการใช้สารโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ที่สภาวะเหมาะสม 30 มก./ล. ให้ต่ำลงอีกคือใช้ปริมาณโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล. เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบ โดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้น 0.1-0.6 มก./ล. จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1) สีย้อมรีแอกทีฟสีแดง : พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก และประจุลบน้ำเสียสังเคราะห์สีแดง พบว่าที่ความเข้มข้น โพลีเมอร์ประจุบวก 0.1 มก./

ล.ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดีและของแข็งละลายน้ำได้สูงขึ้นมากถึงร้อยละ 86.25 95.20 และ 39.15 ตามลำดับ ส่วนการใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบก็ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำได้สูงขึ้น เช่นกัน (ร้อยละ 91.31 83.75 และ 24.03 ตามลำดับ)

2) สีย้อมรีแอกทีฟสีน้ำเงิน : พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบกับน้ำเสียสังเคราะห์สีน้ำเงิน พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก 0.1 มก./ล.ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและของแข็งละลายน้ำเล็กน้อย (95.08% และ 23.66%) แต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีโอดีได้สูงมากจากร้อยละ 24.7 เป็น 92.94 ซึ่งการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบความเข้มข้น 0.3 มก./ล. ก็ให้ผลเช่นเดียวกันคือเพิ่มซีโอดีได้สูงถึงร้อยละ 91.3 แต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและของแข็งละลายน้ำได้เล็กน้อย เช่นกัน

3) สีย้อมรีแอกทีฟสีเหลือง : พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบกับน้ำเสียสังเคราะห์สีเหลือง พบว่าโพลีเมอร์ประจุบวก 0.4 มก./ล.ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แต่ประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำลดลงส่วนการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ พบว่าไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดใดๆ

ตารางที่ 4.9 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่รีแอกทีฟโทนสีแดงด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีเมอร์ประจุบวก

พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	น้ำเสียสังเคราะห์ก่อนการทดลอง	ความเข้มข้น โพลีเมอร์ประจุบวก (มก./ล.)						
			0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
พีเอช	ACH	6	5	5.51	5.7	5.58	5.41	5.63	5.68
	PACI		5.43	5.52	5.43	5.38	5.41	5.30	5.33
ความเข้มข้น (ADMI)	ACH	3024	394	307	571	454	444	439	479
	PACI		1109	416	1273	1299	1143	828	1280
%การกำจัดดี	ACH	-	86.98	89.90	81.10	85.0	85.30	85.50	84.20
	PACI		63.35	86.25	57.92	57.04	62.20	72.63	57.69
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	93.18	30	4.90	12.34	16.15	15.92	17.22	21.88
	PACI		29	4.47	8.17	12.34	14.17	16.50	21.58
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	67.80	94.75	86.76	82.67	82.92	81.53	76.52
	PACI		68.88	95.20	91.24	86.76	84.80	82.30	76.85
SS(mg/L)	ACH	-	34	32.5	34.5	31	37.5	39	42
	PACI		13	15	15	13	13	12	10
TDS(mg/l)	ACH	2,580	1,095	895	1065	1205	1205	1265	1285
	PACI		1435	1,570	1,680	1,565	1705	1705	1765
%กำจัดTDS	ACH	-	57.56	53.68	54.84	53.29	53.29	50.97	50.19
	PACI		44.38	39.15	34.88	39.34	33.91	33.91	31.59
ปริมาณตะกอนหนัก (mg/L)	ACH	-	21	26.5	28	29.5	32	33	30
	PACI		14.5	18	18	18	19	19	19
ค่าการนำไฟฟ้า (μS/cm)	ACH	116	89.10	84.45	84.50	81.35	81.50	82.10	82.20
	PACI		89.95	84.50	84.50	81.40	81.50	82.10	82.20

ตารางที่ 4.10 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์ซีรีส์เอกทีฟโทนสีแดงด้วยอะลูมิเนียมคลอโรไฮดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์แลโพลีเมอร์ประจุลบ

พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	น้ำเสียสังเคราะห์ก่อนการทดลอง	ความเข้มข้น โพลีเมอร์ประจุลบ (มก./ล.)						
			0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
พีเอช	ACH	6,7	5	5.61	5.43	5.37	5.1	5.3	4.9
	PACI		5.43	5.61	5.43	5.34	5.1	5.25	5.14
ความเข้มข้น (ADMI)	ACH	3024	394	780	980	1038	704	767	741
	PACI		1109	271	489	263	370	423	1003
%การกำจัดสี	ACH	-	86.98	74.20	67.59	65.69	76.73	74.63	75.51
	PACI		63.35	91.05	83.83	91.31	87.76	86.02	66.85
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	93.18	30	4.9	12.34	16.15	15.92	17.22	21.88
	PACI		29	21.17	24.11	15.15	22.26	19.57	26.63
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	67.80	78.22	66.85	70.75	84.03	82.79	83.25
	PACI		68.88	77.28	74.13	83.75	76.11	78.99	71.42
SS(mg/L)	ACH	-	34	34	33	31	35.5	37	37
	PACI		13	17	20	20	20	19	19
TDS(mg/l)	ACH	2,580	1,095	935	1,140	1,160	1,270	1,280	1,290
	PACI		1,435	1,935	1,940	1,960	2,270	2,280	2,290
%กำจัดTDS	ACH	-	57.56	63.76	55.81	55.04	50.78	50.39	50
	PACI		44.38	25	24.81	24.03	12.02	11.63	11.24
ปริมาณ ตะกอนหนัก(mg/L)	ACH	-	21	28	27	24.50	25.50	26	28.50
	PACI		14.5	20	20	23	23	22	22
ค่าการนำไฟฟ้า (μS/cm)	ACH	116	89.10	85.45	85.50	86.10	86.40	86.90	87
	PACI		89.95	115.40	122.30	86.60	87.50	87.40	82.30

ตารางที่ 4.11 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่รีแอกทีฟโทนสีน้ำเงินอะลูมิเนียม
คลอไรด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีเมอร์ประจุบวก

พารามิเตอร์	ชนิดสาร ตกตะกอน	น้ำเสีย สังเคราะห์ ก่อนการ ทดลอง	ความเข้มข้นโพลีเมอร์ประจุบวก (มก./ล.)						
			0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
พีเอช	ACH	8	7.38	5.9	5.78	5.66	5.58	5.37	5.39
	PACI		4.43	4.43	4.31	4.39	4.39	4.27	4.35
ความเข้มข้น (ADMI)	ACH	2297	192	122	174	181	215	310	418
	PACI		288	113	206	212	213	237	229
%การกำจัดสี	ACH	-	91.65	94.70	92.42	92.14	90.63	86.49	81.83
	PACI		87.48	95.08	91.02	90.77	90.72	89.67	90.05
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	65.10	10.12	4.16	5.07	6.95	7.4	7.43	10.67
	PACI		49	4.6	5.08	10.92	15.26	17.92	16.78
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	84.46	88.59	88.63	89.33	92.22	93.61	84.46
	PACI		24.74	92.94	92.20	83.23	76.57	72.48	74.23
SS(mg/L)	ACH	-	30.5	33	38	38.5	41	39.5	40.5
	PACI		23	27	27	25	27	24	20
TDS(mg/l)	ACH	2,620	1,545	1,200	1,240	1,265	1,355	1,425	1,540
	PACI		2,150	2,000	2,240	2,265	2,355	2,425	2,540
%กำจัดTDS	ACH	-	41.03	54.20	52.67	51.72	48.28	45.61	41.22
	PACI		17.94	23.66	14.50	13.55	10.11	7.44	3.05
ปริมาณ ตะกอน หนัก(mg/L)	ACH	-	21	26.5	28	32	36	46.5	46
	PACI		7.6	12.5	13	14	14	12	12
ค่าการนำไฟฟ้า (μ S/cm)	ACH	123	81.95	86.25	86.5	86.95	87.1	88.2	88.75
	PACI		79.6	87.6	86.6	86.5	86.2	86.4	85.1

ตารางที่ 4.12 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์ซีรีแอกทีฟโทนสีน้ำเงินด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีเมอร์ประจุลบ

พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	น้ำเสียสังเคราะห์ก่อนการทดลอง	ความเข้มข้นโพลีเมอร์ประจุลบ (มก./ล.)						
			0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
พีเอช	ACH	8	7.38	5.61	5.43	5.46	5.1	5.25	5.14
	PACI		4.43	4.6	4.4	4.5	4.1	4.25	4.14
ความเข้มข้นซีไอ (ADMI)	ACH	2297	192	144	142	141	169	404	254
	PACI		288	248	233	200	218	212	212
%การกำจัดซีไอ	ACH	-	91.65	93.73	93.85	93.88	92.66	82.41	88.95
	PACI		87.48	89.19	89.85	91.31	90.53	90.79	90.79
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	65.10	10.12	21.17	15.15	17.11	22.26	19.57	26.63
	PACI		49	26.54	18.22	3.25	14.56	8.53	10.65
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	84.46	67.48	76.74	73.72	65.81	69.94	59.10
	PACI		24.74	59.24	72.01	95.01	77.64	86.91	83.64
SS(mg/L)	ACH	-	30.50	41	40.50	38.50	39	38.50	40.50
	PACI		23	30.50	41	40.50	38.50	39	38.50
TDS(mg/l)	ACH	2,620	1,545	1,325	1,290	1,185	1,225	1,270	1,245
	PACI		2,250	2,145	2,185	2,200	2,185	2,225	2,200
%กำจัดTDS	ACH	-	41.03	49.43	50.76	54.77	53.24	51.53	52.48
	PACI		14.12	18.13	16.60	16.03	16.60	15.08	16.03
ปริมาณ ตะกอนหนัก(mg/L)	ACH	-	21	26.50	28	32	36	46.50	46
	PACI		7.6	21	26.5	28	32	36	46.50
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)	ACH	123	81.95	89.20	88.50	88.70	88.30	89	89.20
	PACI		79.64	89.60	85.80	87.30	88.05	87.2	86.30

ตารางที่ 4.13 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่รีแอกทีฟโทนสี่เหลี่ยมด้วย อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ โพลีอะลูมินัมคลอไรด์และโพลีเมอร์ประจุบวก

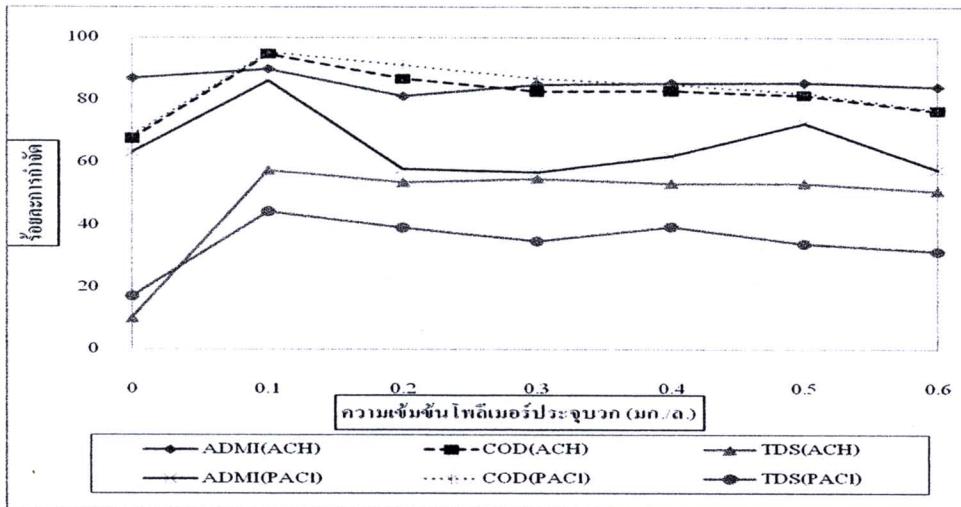
พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	น้ำเสียสังเคราะห์ก่อนการทดลอง	ความเข้มข้น โพลีเมอร์ประจุบวก (มก./ล.)						
			0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
พีเอช	ACH	6,8	6.06	5.46	4.31	4.39	4.39	4.27	4.35
	PACI		5.43	5.46	5.31	5.39	5.39	5.27	5.35
ความเข้มข้นซีไอดี (ADMI)	ACH	3200	188	178	179	189	166	171	213
	PACI		254	188	185	194	166	171	244
%การกำจัดซีไอดี	ACH	-	91.79	92.27	92.22	91.76	92.79	92.58	90.74
	PACI		88.93	91.83	91.96	91.55	92.76	92.56	89.39
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	85.15	44.53	13.77	11.38	19.12	7.99	18.05	21.55
	PACI		23.94	26.43	25.05	29.28	10.22	11.84	30
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	47.70	83.83	86.64	77.55	90.61	78.81	74.69
	PACI		71.89	68.43	70.58	65.61	88.00	86.10	64.77
SS(mg/L)	ACH	-	29	32.5	38	36.5	41	44	54.5
	PACI		32	32.5	38	36.5	41	44	54.5
TDS(mg/l)	ACH	2,460	1,255	1,180	1,225	1,100	1,275	1,295	1,340
	PACI		1,925	1,980	1,925	1,900	1,975	1,995	1,940
%กำจัดTDS	ACH	-	48.98	52.03	50.20	55.28	48.17	47.36	45.53
	PACI		21.75	19.51	21.75	22.76	19.72	18.90	21.14
ปริมาณ ตะกอนหนัก(mg/L)	ACH	-	20.5	23	23	22	26	29	28
	PACI		2	6	6	7	9	9	8
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S/cm}$)	ACH	147	90.10	87.60	86.60	86.50	86.20	86.40	85.10
	PACI		80.70	87.60	86.60	86.50	86.20	86.40	85.10

ตารางที่ 4.14 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองน้ำเสียสังเคราะห์ซีรีส์เอกทิฟโทนตีเหลืองด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ โพลีเมอร์ประจุลบ และโพลีเมอร์ประจุลบ

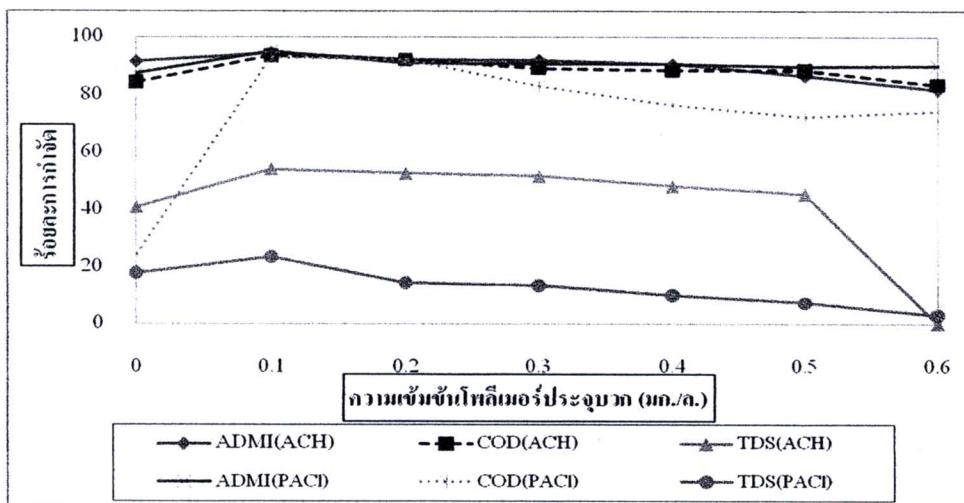
พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	น้ำเสียสังเคราะห์ก่อนการทดลอง	ความเข้มข้น โพลีเมอร์ประจุลบ (มก./ล.)						
			0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
พีเอช	ACH	6	6.06	5.61	5.43	5.46	5.1	5.25	5.14
	PACI		5.43	5.61	5.43	5.11	5.1	5.23	5.14
ความขุ่นสี (ADMI)	ACH	3200	189	201	209	179	198	181	198
	PACI		254	181	183	175	178	197	179
%การกำจัดสี	ACH	-	91.79	91.26	90.89	92.22	91.37	92.11	91.39
	PACI		88.93	92.10	92.02	92.40	92.24	91.45	92.22
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	85.15	44.53	22.6	19.3	10.33	15.79	16.2	14.04
	PACI		23.94	22.5	22.93	20.15	24.5	24.33	23.5
%กำจัดซีไอดี	ACH	-	47.70	73.46	77.34	87.87	81.46	80.37	83.51
	PACI		71.89	73.57	73.07	76.34	72.40	71.23	71.43
SS(mg/L)	ACH	-	29	31	34	33	37	36	38
	PACI		32	32	33	36	44	44	45
TDS(mg/l)	ACH	2,460	1,255	905	835	800	935	980	965
	PACI		1,925	1,980	1,925	1,900	1,975	1,995	1,940
%กำจัดTDS	ACH	-	48.98	63.21	66.06	67.48	61.99	60.16	60.77
	PACI		21.74	19.51	21.75	22.76	19.72	18.90	21.14
ปริมาณ ตะกอนหนัก(mg/L)	ACH	-	21	30	28	26	29	29	30
	PACI		2	11	11	11	13	12	12
ค่าการนำไฟฟ้า (µS/cm)	ACH	147	90.10	89.60	85.80	87.30	88.10	87.20	86.30
	PACI		80.70	89.75	86.40	87.95	88.30	88.40	89

กล่าวโดยสรุปว่าการใช้สารอะลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกสำหรับน้ำเสียสังเคราะห์โทนสีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลืองจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการกำจัดสีเพียงเล็กน้อย แต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีโอไซด์ และของแข็งละลายน้ำได้ดีขึ้น ดังภาพที่ 4.7 และ 4.8 ส่วนการใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 30 มก./ล.สามารถกำจัดสีและซีโอไซด์จากน้ำเสียสังเคราะห์โทนสีแดง สีน้ำเงิน และสีเหลืองได้ดีและการใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 20 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกความเข้มข้น 0.1 0.1 และ 0.4 มก./ล.สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอไซด์ได้สูงขึ้น แต่พบว่าโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์มีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำต่ำ แม้ว่าจะใช้โพลีเมอร์ร่วมด้วยก็ไม่ทำให้ประสิทธิภาพสูงขึ้น จากผลการทดลองโพลีเมอร์ประจุบวกสามารถให้ประสิทธิภาพในการลดสีและซีโอไซด์ได้ดี เนื่องจากสีย้อมรีแอกทีฟมีประจุไฟฟ้าเป็นลบ เมื่อเติมสารโพลีเมอร์ที่มีประจุตรงข้ามกับสารละลายสีย้อมรีแอกทีฟในการใช้เป็นสารช่วยรวมตะกอน หลังจากถูกทำลายเสถียรภาพโดยสารสร้างตะกอนจำพวกโลหะมาก่อนแล้ว และเกิดปรากฏการณ์แรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตที่ค่อนข้างรุนแรง โดยที่ตามปกติอนุภาคต่างๆ ในสับสเตรต(substrate) มักมีตำแหน่งที่มีประจุบนพื้นผิวที่ค่อนข้างจะคงตัว เมื่อโมเลกุลของโพลีเมอร์ที่มีประจุบวกถูกเติมลงไป ในสับสเตรตนั้น จะเกิดการเกาะติดบนพื้นผิวอนุภาคผ่านพันธะไฟฟ้าสถิต โพลีเมอร์ที่มีประจุบวกและมีความหนาแน่นของประจุสูงมากและมากกว่าประจุบนพื้นผิวอนุภาคและจะทำลายประจุลบ ไม่เพียงแต่เกาะติดเท่านั้นแต่จะรวมถึงส่วนอื่นหรือทั้งหมดบนพื้นผิวอนุภาคได้ แล้วก่อตัวเป็นประจุบวกห้อมล้อมขอบเขตของตำแหน่งประจุลบทำให้เกิดแรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตระหว่างอนุภาค โดยตรงและลดแรงผลักระหว่างอนุภาคเกิดการทำลายเสถียรภาพของคอลลอยด์ขึ้นได้ โดยอนุภาคที่อยู่ใกล้ชิดกันและอยู่ในแนวเดียวกันสามารถให้แรงดึงดูดทางไฟฟ้าสถิตที่รุนแรง (Bratby 1970)

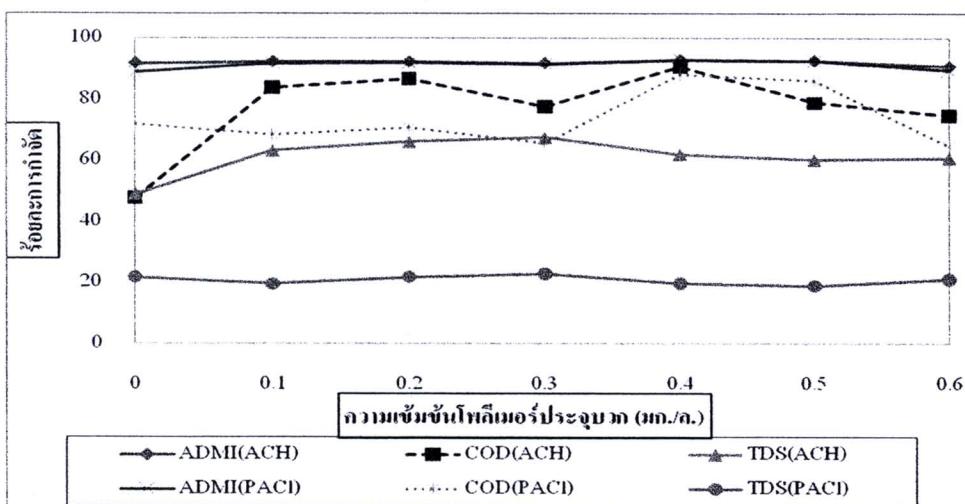
เมื่อใช้สารสร้างตะกอนอะลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบที่ความเข้มข้นที่เหมาะสม พบว่าตะกอนเบาที่เหลือน้อยลง เพราะโพลีเมอร์ช่วยสร้างเป่าสัมผัสในน้ำมากขึ้น ทำให้ฟล็อกมีขนาดใหญ่ขึ้นสามารถตกตะกอนได้ดีขึ้น เพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอไซด์และของแข็งละลายน้ำได้ดี



1) โทนสีแดง

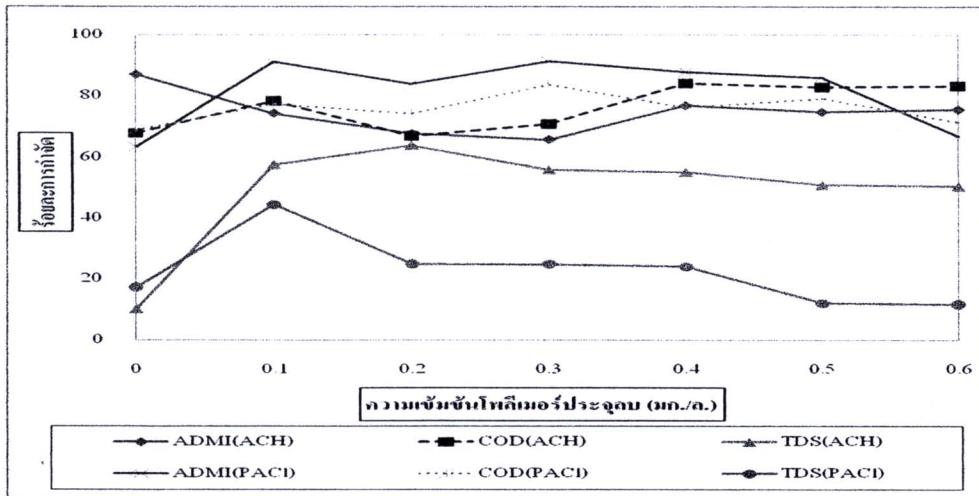


2) โทนสีน้ำเงิน

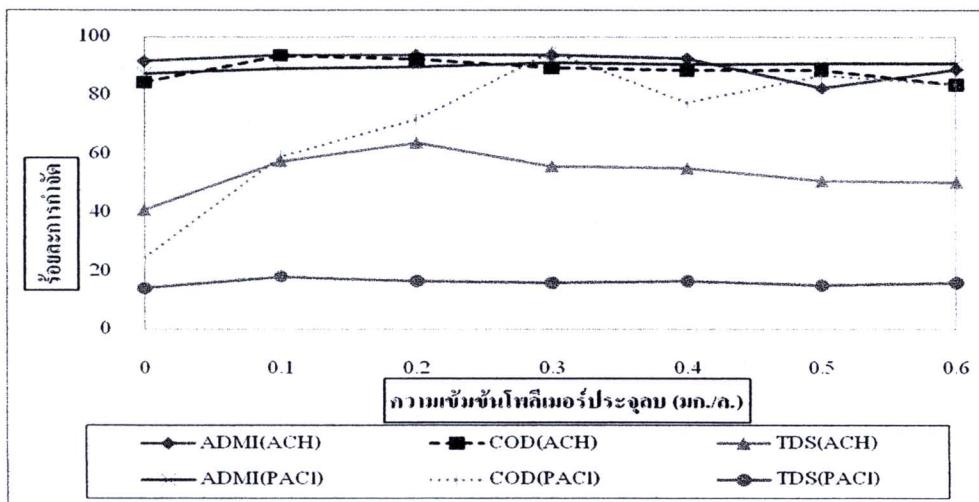


3) โทนสีเหลือง

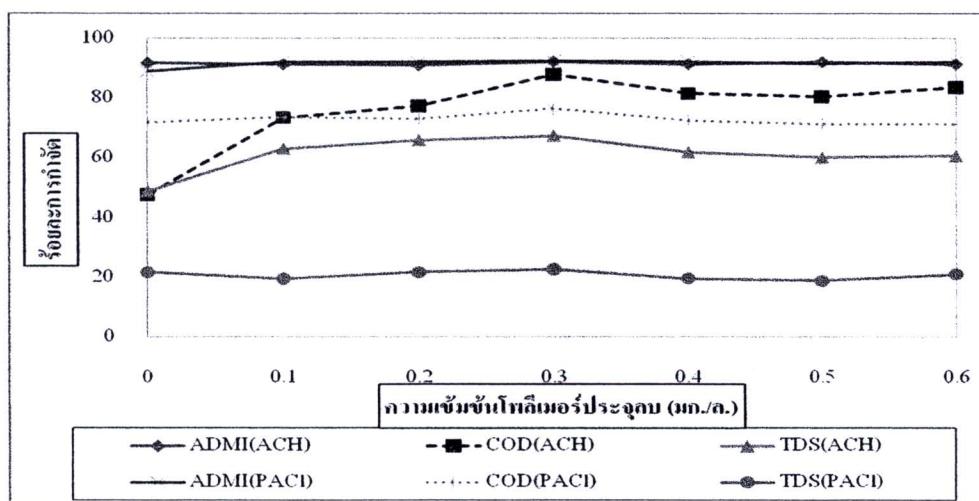
ภาพที่ 4.7 ร้อยละการกำจัดสี ซีไอดี และของแข็งละลายน้ำของน้ำเสียสังเคราะห์สีข้อมริแอกทีฟด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพตัสเซียมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก



1) โทนสีแดง



2) โทนสีน้ำเงิน



3) โทนสีเหลือง

รูปที่ 4.8 ร้อยละการกำจัดสี ซีไอดี และของแข็งละลายน้ำของน้ำเสียสังเคราะห์สีข้อมริแอกทีฟด้วย อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และ โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ร่วมกับ โพลีเมอร์ประจุลบ

4.3.1.4 ผลของชนิดและความเข้มข้นสีย้อมรีแอกทีฟ

ในการทดลองทำการตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟ 3 โทนสี โดยปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีย้อมเริ่มต้น 100 200 300 400 500 และ 600 มก./ล. ที่พีเอชเหมาะสม จากการทดลองการกำจัดสีย้อมเมื่อปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีย้อมโดยใช้ปริมาณอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 50 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกที่ความเข้มข้น 0.1, 0.4 มก./ล. และความเข้มข้นประจุลบ 0.3, 0.4 มก./ล. พบว่าการกำจัดสีย้อมในโทนสีแดง โทนสีน้ำเงิน และโทนสีเหลืองจากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1) สีย้อมรีแอกทีฟสีแดง : พบว่าการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีย้อมเริ่มต้นโดยใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบที่เหมาะสมในการตกตะกอน (ตารางที่ 4.15 และ 4.16) สามารถกำจัดสีและซีโอไซด์ได้ที่ความเข้มข้นสีย้อม 100-200 มก./ล. เท่านั้น อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก 0.1 มก./ล. มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีร้อยละ 80.51 81.12 และ 49.21 50.46 ตามลำดับและมีแนวโน้มการกำจัดสี ซีโอไซด์และของแข็งละลายน้ำได้ต่ำเมื่อความเข้มข้นสีย้อมสูงขึ้น

2) สีย้อมรีแอกทีฟสีน้ำเงิน : พบว่าการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีย้อมเริ่มต้นใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกความเข้มข้น 0.1 มก./ล. ที่ความเข้มข้นสีย้อม 100 มก./ล. ประสิทธิภาพการกำจัดสีสูงถึงร้อยละ 95.58 ที่ความเข้มข้นสีย้อมตั้งแต่ 300 -600 ไม่สามารถกำจัดสี ซีโอไซด์ และของแข็งละลายน้ำได้

3) สีย้อมรีแอกทีฟสีเหลือง : พบว่าการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกตกตะกอน สามารถกำจัดความเข้มข้นสีย้อมที่ 100 200 300 ลงได้โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดเท่ากับร้อยละ 75.73 65.27 และ 55.95 ตามลำดับ แต่ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีโอไซด์และของแข็งละลายน้ำได้ ส่วนการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 50 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกความเข้มข้น 0.3 มก./ล. ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอไซด์ได้แต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำได้เล็กน้อย (ดังตารางที่ 4.19 และ 4.20)

ส่วนการใส่สาร โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ในการกำจัดสีและซีโอไซด์ ทำการทดลองปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีย้อมเริ่มต้น 100 200 300 400 500 และ 600 มก./ล. ที่พีเอชเหมาะสม โดยเลือกใช้ปริมาณสาร โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ที่ต่ำกว่าปริมาณ โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ที่เหมาะสมเพียงอย่างเดียว คือใช้ปริมาณ โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล. เพื่อเป็นการลดปริมาณการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบ 0.1 และ 0.3 มก./ล. ตามลำดับ จากผลการทดลองสรุปได้ดังนี้

1) สีย้อมรีแอกทีฟสีแดง : พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก น้ำเสียสังเคราะห์สีแดงที่ปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีย้อม พบว่าที่ความเข้มข้นสีย้อม 100

200 และ 300 มก./ล. ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีได้สูงถึงร้อยละ 82.01 82.72 และ 82.78 ตามลำดับแต่ไม่ช่วยเพิ่มเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีโอไซด์และของแข็งละลายน้ำ ส่วนการใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบพบว่าไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดใดๆ

2) สีย้อมรีแอกทีฟสีน้ำเงิน : พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบกับความเข้มข้นสีย้อมเริ่มต้น พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก 0.1 มก./ล. ในการกำจัดความเข้มข้นสีมากกว่า 100 มก./ล. ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและของแข็งละลายน้ำ แต่สามารถกำจัดซีโอไซด์ได้เล็กน้อย (ดังตารางที่ 4.17 และ 4.18)

3) สีย้อมรีแอกทีฟสีเหลือง : พบว่าการใช้โพลีอะลูมินัมคลอไรด์ 20 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกกับน้ำเสียสังเคราะห์สีเหลือง พบว่าที่ความเข้มข้นสี 100-600 ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอไซด์เพียง แต่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำเล็กน้อย

สรุป การปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีโดยใช้ความเข้มข้นอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมินัมคลอไรด์ที่เหมาะสมร่วมกับชนิดและปริมาณ โพลีเมอร์ที่เหมาะสม พบว่าสามารถกำจัดสีรีแอกทีฟได้ไม่เกินความเข้มข้น 100-200 มก./ล. มีประสิทธิภาพการกำจัดสีมากกว่าร้อยละ 50 แต่ไม่ช่วยเพิ่มการกำจัดซีโอไซด์ และมีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำได้เล็กน้อย เมื่อนำไปวัดค่าแอมซอบเบนซ์ด้วยเครื่องสเปกโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 400-700 นาโนเมตรการลดสีไม่เปลี่ยนความยาวคลื่นเด่น แต่มีค่าแอมซอบเบนซ์ลดลง แสดงว่ามีการลดสีแต่ไม่มีการเปลี่ยนโครงสร้างสี ซึ่งกล่าวได้ว่ากลไกการลดสีน่าจะเกิดจากการดูดซับผิวไว้บนฟล็อก ดังนั้นเมื่อความเข้มข้นเพิ่มขึ้น (300-600 มก./ล.) ทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีลดต่ำลงเพราะการจำกัดการดูดซับสีของฟล็อก น้ำเสียยังมีความเข้มข้นสูงอยู่ทั้งนี้ จึงควรมีการเพิ่มปริมาณสารให้เหมาะสมกับความเข้มข้นสีที่เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากสีรีแอกทีฟเป็นสีย้อมที่ละลายน้ำได้ดี (นภ, 2542) จึงกำจัดด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมีได้ค่อนข้างยาก เมื่อใช้โพลีเมอร์ประจุลบในการกำจัดสีมีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดไม่ดีเพราะเมื่อสารละลายสีย้อมดูดซับที่ผิวของฟล็อก $Al(OH)_3$ โพลีเมอร์ประจุลบซึ่งมีประจุเดียวกับสารละลายสีย้อมจึงเกิดการผลักกับอนุภาคโพลีเมอร์ทำให้เกิดความขุ่นทำให้ประสิทธิภาพการกำจัดได้ต่ำ

ตารางที่ 4.15 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์ซีรีแอกทีฟโทนสีแดงความเข้มข้นต่างๆด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ 50 และ 20 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก 0.1 มก./ล.

พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	ความเข้มข้นซีอีเอ็มรีแอกทีฟ (มก./ล.)					
		100	200	300	400	500	600
ความเข้มข้นซีเริ่มต้น (มก./ล.)	-	3024	3159	3310	3591	3618	3577
ซีไอเริ่มต้น (มก./ล.)	-	93.18	97.16	137.37	187.62	242.35	288.13
TDS เริ่มต้น(มก./ล.)	-	2,580	3,520	3,920	4,180	4,350	5,200
ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	116	146.6	190.1	273	331	396
พีเอชเริ่มต้น	-	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7
พีเอช	ACH	5.57	5.35	5.4	5.3	5.42	5.31
	PACI	5.57	5.4	5.4	5.3	5.42	5.31
ความเข้มข้นซี (ADMI)	ACH	589	1605	2612	2611	2627	2628
	PACI	544	546	570	3295	3284	3246
%การกำจัดซี	ACH	80.51	49.21	21.09	27.29	27.37	26.54
	PACI	82.01	82.72	82.78	8.27	9.23	9.25
ซีไอซี (มก./ล.)	ACH	5.85	87.33	120.1	175.1	224.6	251.1
	PACI	21.82	75.77	108.2	136.2	207.3	221.2
%กำจัดซีไอซี	ACH	93.72	10.12	12.57	6.7	7.32	12.86
	PACI	76.58	22.02	21.26	27.43	14.46	23.25
SS(mg/L)	ACH	35	43.5	51	47	53	49.5
	PACI	24	30	35	38	38	42
TDS(mg/l)	ACH	2,200	3,250	3,615	3,750	4,040	4,175
	PACI	1,905	2,360	3,615	3,800	4,450	4,680
%กำจัดTDS	ACH	14.73	7.67	7.78	10.28	7.13	19.71
	PACI	26.16	32.96	7.78	9.09	0	10
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	ACH	31	-	-	-	-	-
	PACI	27.5	-	-	-	-	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ACH	85.8	146.4	190.2	137	330.5	395.5
	PACI	90.35	146.8	190.6	273.5	330.5	395.5

ตารางที่ 4.16 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์ซีรีแอกทีฟโทนสีแดงความเข้มข้นต่างๆด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 50 และ 20 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.

พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	ความเข้มข้นซีรีแอกทีฟ (มก./ล.)					
		100	200	300	400	500	600
ความเข้มข้นซีรีเริ่มต้น (มก./ล.)	-	3024	3159	3310	3591	3618	3577
ซีไอเริ่มต้น (มก./ล.)	-	93.18	97.16	137.37	187.62	242.35	288.13
TDS เริ่มต้น(มก./ล.)	-	2,580	3,520	3,920	4,180	4,350	5,200
ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	116	146.6	190.1	273	331	396
พีเอชเริ่มต้น	-	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7	6-7
พีเอช	ACH	5.5	5.28	5.37	5.3	5.4	5.2
	PACI	5.5	5.28	5.37	5.3	5.4	5.21
ความเข้มข้น (ADMI)	ACH	571	1565	1563	1551	1558	1531
	PACI	890	3090	3246	3489	3541	3490
%การกำจัดซี	ACH	81.12	50.46	22.56	28.96	29.28	29.25
	PACI	70.57	2.19	1.95	2.86	2.12	2.43
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	11.21	83.5	123.4	173.2	213.9	237.8
	PACI	19.45	62.89	121.9	163.6	213.9	225.1
%กำจัดซีไอดี	ACH	87.98	14.06	10.17	7.7	11.74	17.46
	PACI	79.13	35.27	11.28	12.8	11.76	21.88
SS(mg/L)	ACH	30.5	38.5	41	47	53	49.5
	PACI	30.5	38.5	41	47	53	49.5
TDS(mg/l)	ACH	2,405	3,160	3,615	3,800	4,050	4,180
	PACI	2,005	2,960	3,260	3,500	4,000	4,400
%กำจัดTDS	ACH	6.78	10.22	7.78	9.09	6.89	19.62
	PACI	22.29	15.91	16.84	16.27	8.05	15.38
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	ACH	27.5	-	-	-	-	-
	PACI	27.5	-	-	-	-	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ACH	88.25	146.55	190.15	272.5	331.7	396
	PACI	89.85	146.95	189.85	272.75	315.2	387

ตารางที่ 4.17 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่รีแอกทีฟโทนสีน้ำเงินความเข้มข้นต่างๆด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ 50 และ 20 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก 0.1 มก./ล.

พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	ความเข้มข้นสี่รีแอกทีฟ (มก./ล.)					
		100	200	300	400	500	600
ความเข้มข้นสีเริ่มต้น (มก./ล.)	-	2297	3502	3113	3674	3424	5378
ซีไอเริ่มต้น (มก./ล.)	-	65.10	94.95	148.53	193.21	202.11	217.78
TDS เริ่มต้น(มก./ล.)	-	2,620	3,000	3,560	4,210	4,900	5,530
ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	123	201.3	143.8	267.5	328	389
พีเอชเริ่มต้น	-	8 - 5	8 - 5	8 - 5	8 - 5	8 - 5	8 - 5
พีเอช	ACH	5.6	5.4	5.4	5.35	5.42	5.3
	PACI	5.56	5.34	5.45	5.57	5.11	5.01
ความขุ่นสี (ADMI)	ACH	141	2142	3098	3489	3309	3569
	PACI	219	2146	3099	3439	3335	3606
%การกำจัดสี	ACH	95.58	38.85	0.51	5.03	3.36	33.62
	PACI	93.14	38.73	0.44	6.38	2.6	32.94
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	11.66	64.15	94.5	165.6	199.6	201.4
	PACI	6.32	24.6	63.4	83.68	146.4	167.65
%กำจัดซีไอดี	ACH	82.09	32.424	36.376	14.29	1.242	7.521
	PACI	90.3	74.09	57.32	56.7	27.57	23.02
SS(mg/L)	ACH	31.5	33	35.5	36	43	47.5
	PACI	28	28	26	26	23	26
TDS(mg/l)	ACH	2,490	3,400	3,485	4,225	4,260	4,540
	PACI	2,380	3,000	3,110	3,670	4,250	4,380
%กำจัดTDS	ACH	8.78	13.33	2.11	0	13.06	17.90
	PACI	3.25	0	12.64	12.8	13.27	20.8
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	ACH	44	-	-	-	-	-
	PACI	23	-	-	-	-	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ACH	93	153	219	249	308	400
	PACI	92	153	218	249	308	400

ตารางที่ 4.18 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่รีแอกทีฟโทนสีน้ำเงินความเข้มข้นต่างๆด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพธิอะลูมิเนียมคลอไรด์ 50 และ 20 มก./ล ร่วมกับโพธิเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.

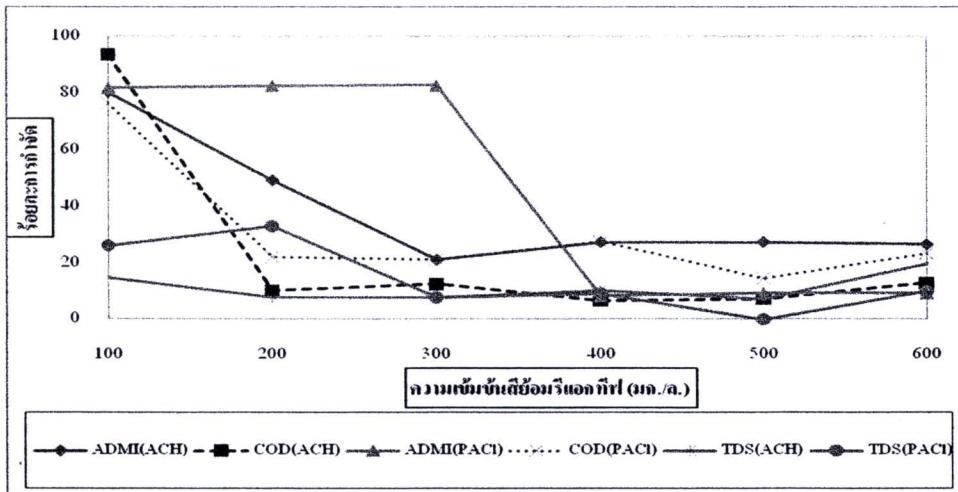
พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	ความเข้มข้นสี่รีแอกทีฟ (มก./ล.)					
		100	200	300	400	500	600
ความเข้มข้นสีเริ่มต้น (มก./ล.)	-	2297	3502	3113	3674	3424	5378
ซีไอเริ่มต้น (มก./ล.)	-	65.10	94.95	148.53	193.21	202.11	217.78
TDS เริ่มต้น(มก./ล.)	-	2,620	3,000	3,560	4,210	4,900	5,530
ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	123	201.3	143.8	267.5	328	389
พีเอชเริ่มต้น	-	8 - 5	8 - 5	8 - 5	8 - 5	8 - 5	8 - 5
พีเอช	ACH	5.5	5.3	5.4	5.3	5.4	5.2
	PACI	5.67	5.49	5.25	5.33	5.075	5.015
ความเข้มข้นสี (ADMI)	ACH	133	2179	3095	3516	3310	3590
	PACI	264	2264	3056	3546	3346	3622
%การกำจัดสี	ACH	95.84	38.01	0.58	4.29	3.33	33.23
	PACI	91.74	35.34	1.85	3.48	2.28	32.6
ซีไอดี (มก./ล.)	ACH	4.9	69.3	122.6	164	197.6	199
	PACI	3.68	59.19	119.99	136.9	161.6	175.1
%กำจัดซีไอดี	ACH	92.428	27.052	17.458	15.118	2.23	8.62
	PACI	94.36	37.65	19.22	29.14	20.1	19.6
SS(mg/L)	ACH	28	34	41.5	44	40.5	41
	PACI	25	55	60	74	80.5	81
TDS(mg/l)	ACH	1,780	1,915	1,995	2,100	2,250	2,380
	PACI	2,600	3,670	3,900	3,980	4,350	4,380
%กำจัดTDS	ACH	1.53	2.83	15.87	26.37	33.67	38.88
	PACI	0.76	0	0	5.46	11.22	20.8
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	ACH	29	-	-	-	-	-
	PACI	22	-	-	-	-	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ACH	95.1	156.35	215.6	235.55	334.1	375
	PACI						

ตารางที่ 4.19 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่รีแอกทีฟโทนสีเหลืองความเข้มข้นต่างๆด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพธิอะลูมิเนียมคลอไรด์ 50 และ 20 มก./ล.ร่วมกับโพธิเมอร์ประจุบวก 0.1 มก./ล.

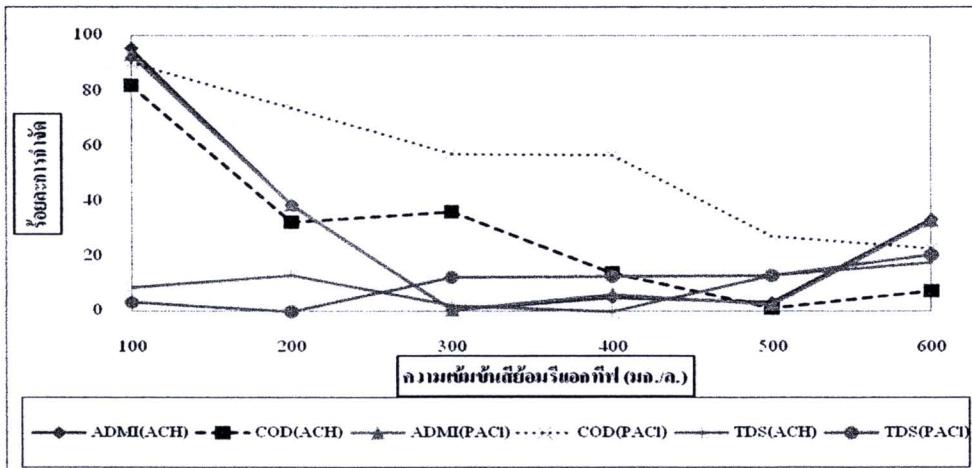
พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	ความเข้มข้นสี่รีแอกทีฟ (มก./ล.)					
		100	200	300	400	500	600
ความเข้มข้นสีเริ่มต้น (มก./ล.)	-	3200	3955	4193	4193	4132	4072
ซีโอไซด์เริ่มต้น (มก./ล.)	-	85.15	100.8	152	216	253	304
TDS เริ่มต้น(มก./ล.)	-	2,460	2,900	3,670	4,430	4,890	5,320
ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	147	148	217.5	284	416	352
พีเอชเริ่มต้น	-	6	6	6	6	6	6
พีเอช	ACH	5.6	5.4	5.4	5.3	5.4	5.3
	PACI	5.37	5.23	5.19	5.06	5.02	4.99
ความข้มสี (ADMI)	ACH	558	1373	1847	3396	3468	3421
	PACI	587	1588	2584	3383	3378	3380
%การกำจัดสี	ACH	75.73	65.27	55.95	19.06	16.08	16.03
	PACI	74.47	59.86	38.37	19.32	18.25	16.99
ซีโอไซด์ (มก./ล.)	ACH	6.32	24.6	63.4	83.68	146.4	167.7
	PACI	40.59	73.67	109.01	110.36	174.07	265.97
%กำจัดซีโอไซด์	ACH	94.36	37.65	19.22	29.14	20.04	19.59
	PACI	52.34	26.92	28.29	28.91	31.14	12.51
SS(mg/L)	ACH	28	27.5	29	28.5	30	27.5
	PACI	30.5	38.5	41	47	53	49.5
TDS(mg/l)	ACH	1,945	3,100	3,940	4,100	4,000	4,195
	PACI	2,405	3,260	3,600	3,900	4,250	4,480
%กำจัดTDS	ACH	2.23	0	1.5	14.22	17.17	21.43
	PACI	2.24	0	1.91	11.96	13.09	15.79
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	ACH	33	-	-	-	-	-
	PACI	24.7	-	-	-	-	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ACH	92.45	153.15	218.35	250.5	312	402.5
	PACI	91.5	153.05	218.85	247.5	302	399

ตารางที่ 4.20 ค่าเฉลี่ยผลการทดลองตกตะกอนน้ำเสียสังเคราะห์สี่รีแอกทีฟโทนสีเหลืองความเข้มข้นต่างๆด้วย อะลูมินัมคลอไรด์และโพลิอะลูมินัมคลอไรด์ 50และ20 มก./ล.ร่วมกับ โพลีเมอร์ประจุลบ 0.3 มก./ล.

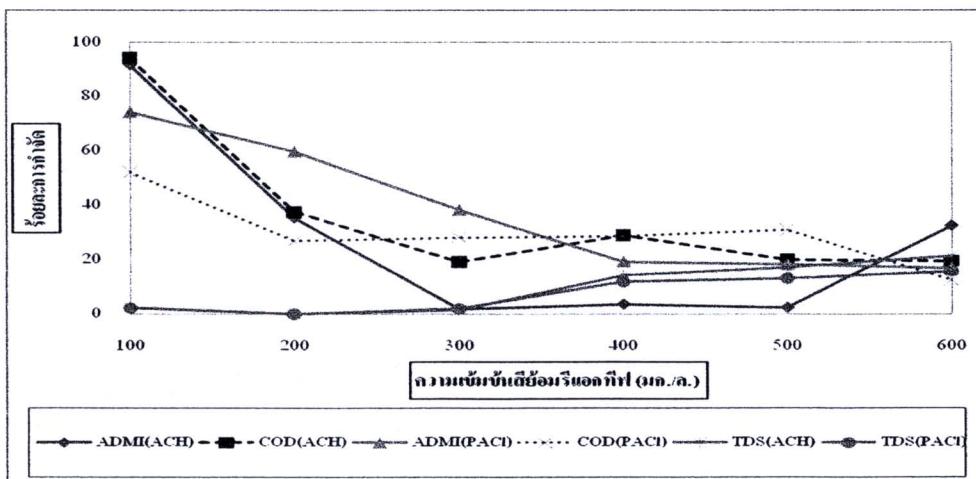
พารามิเตอร์	ชนิดสารตกตะกอน	ความเข้มข้นสี่รีแอกทีฟ (มก./ล.)					
		100	200	300	400	500	600
ความเข้มข้นสีเริ่มต้น (มก./ล.)	-	3200	3955	4193	4193	4132	4072
ซีโอไซด์เริ่มต้น (มก./ล.)	-	85.15	100.8	152	216	253	304
TDS เริ่มต้น(มก./ล.)	-	2,460	2,900	3,670	4,430	4,890	5,320
ค่าการนำไฟฟ้าเริ่มต้น ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	-	147	148	217.5	284	416	352
พีเอชเริ่มต้น	-	6	6	6	6	6	6
พีเอช	ACH	5.58	5.32	5.39	5.49	5.495	5.52
	PACI	5.67	5.46	5.27	5.28	5.13	5.04
ความเข้มข้นสี (ADMI)	ACH	201	2771	3044	3394	3322	3423
	PACI	201	2771	3094	3394	3323	3423
%การกำจัดสี	ACH	91.27	29.93	27.41	19.04	22.04	15.96
	PACI	93.73	20.87	0.63	7.61	2.96	36.36
ซีโอไซด์ (มก./ล.)	ACH	3.7	59.2	120.0	136.9	161.6	175.1
	PACI	39.26	89.29	117.08	161.78	176.41	186.39
%กำจัดซีโอไซด์	ACH	95.68	41.29	21.06	36.62	36.08	42.41
	PACI	53.89	11.43	22.98	25.1	30.22	38.69
SS(mg/L)	ACH	34.5	33	42	40.5	39	39
	PACI	30.5	38.5	41	47	53	49.5
TDS(mg/l)	ACH	1,905	1,925	2,205	2,465	2,575	2,780
	PACI	2,405	3,000	3,120	3,600	3,900	4,500
%กำจัดTDS	ACH	22.56	37.90	39.92	44.36	47.34	47.74
	PACI	2.23	3.23	14.99	18.74	20.25	15.41
ปริมาณ ตะกอนหนัก (mg/L)	ACH	28	-	-	-	-	-
	PACI	24.7	-	-	-	-	-
ค่าการนำไฟฟ้า ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	ACH	92	154	209	232	335.5	377
	PACI	88	161.5	222.5	237	340	379.5



1) โทนสีแดง

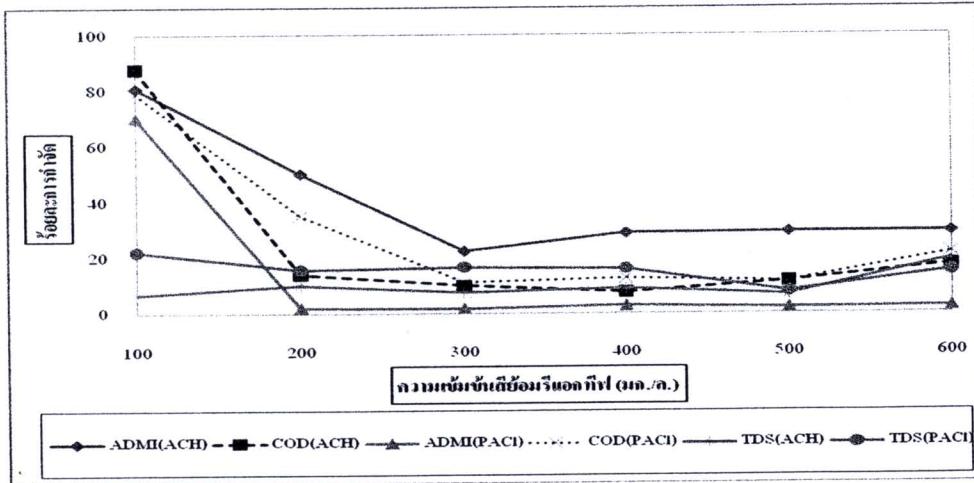


2) โทนสีน้ำเงิน

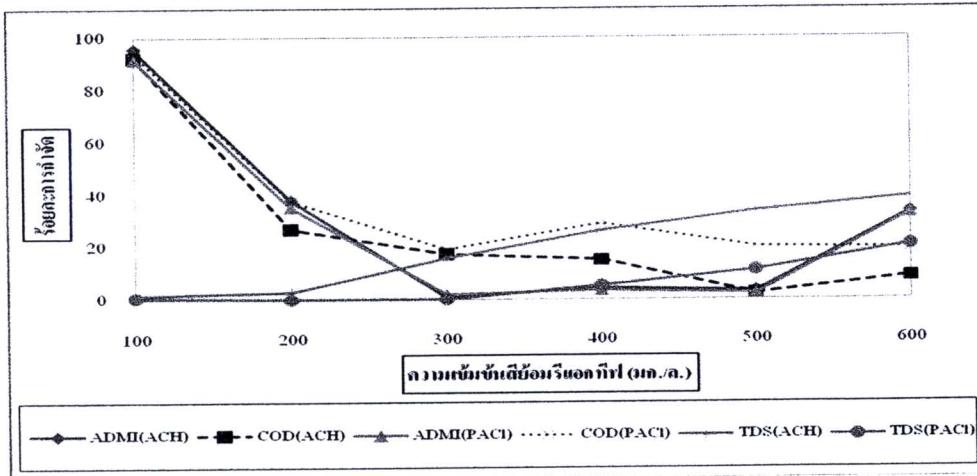


3) โทนสีเหลือง

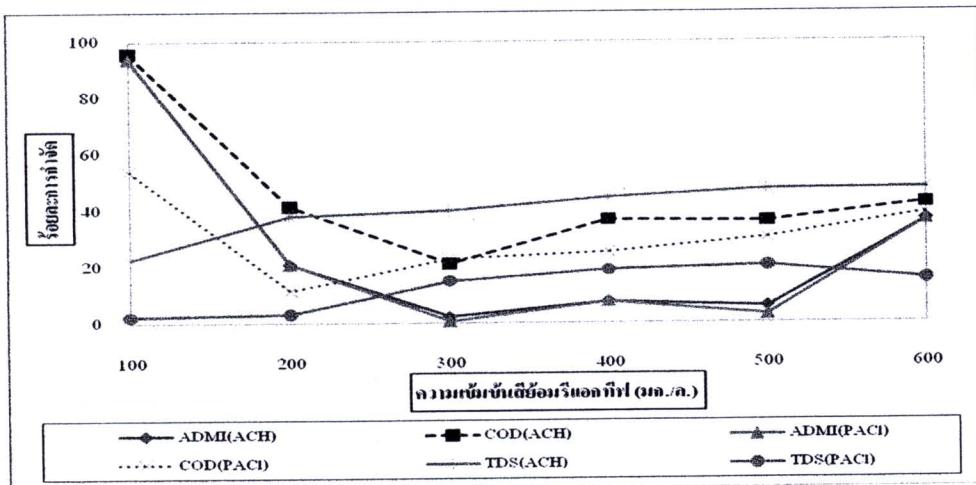
ภาพที่ 4.9 ร้อยละการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีดอกทีฟด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกโดยการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีเริ่มต้น



1) โทนสีแดง



2) โทนสีน้ำเงิน



3) โทนสีเหลือง

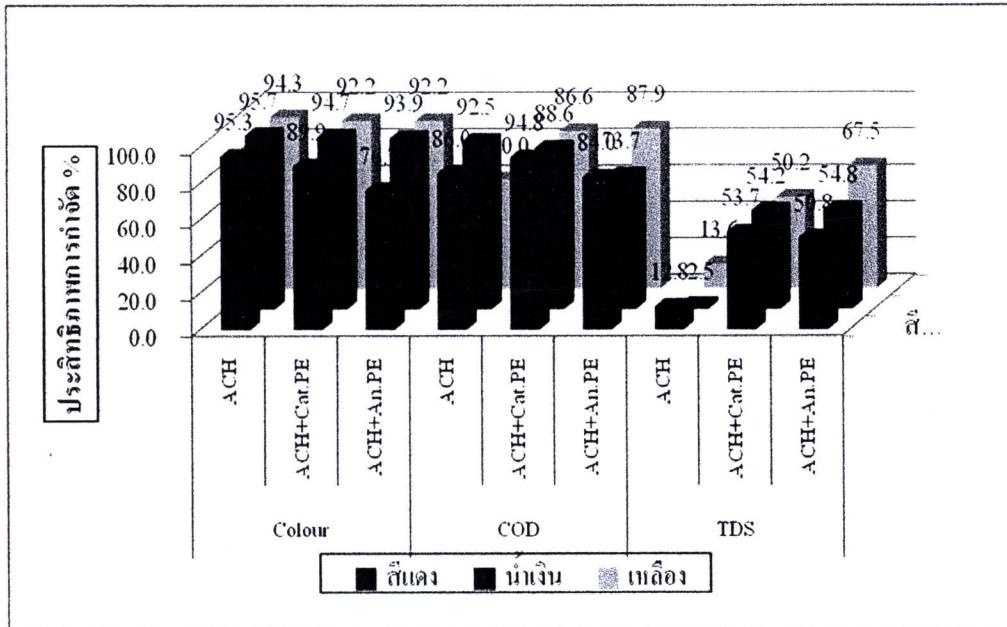
รูปที่ 4.10 ร้อยละการกำจัดสีและซีไอดีน้ำเสียสังเคราะห์สีย้อมรีดอกทีฟด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพสโตะอะลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุลบ โดยการปรับเปลี่ยนความเข้มข้นสีเริ่มต้น

4.3.2 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำของสารสร้างตะกอนทั้ง 2 ชนิด

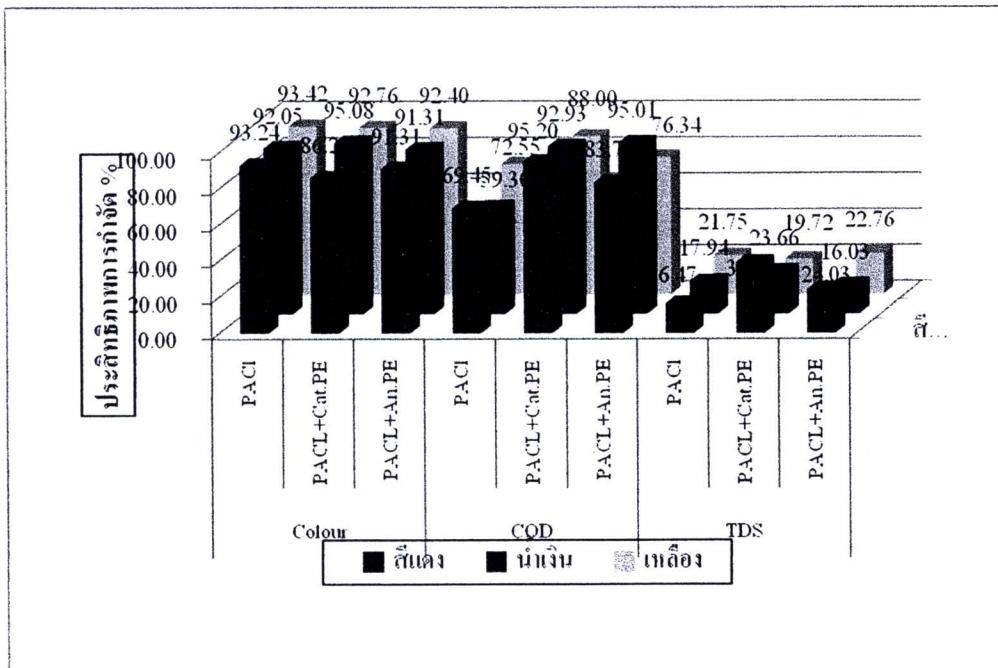
การกำจัดสีน้ำเสียสังเคราะห์ที่ฟีนโทนสีแดง โทนสีน้ำเงิน และโทนสีเหลืองโดยใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน จากการเปรียบเทียบผลการกำจัดสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำโดยใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกและประจุลบ (ภาพที่ 4.11 และ 4.12) สรุปได้ดังนี้

1) การใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 70 มก./ล. เพียงอย่างเดียวก็มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีโอดีได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยสามารถกำจัดสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำได้อยู่ในช่วงร้อยละ 95.32 - 95.70 , 60 - 92.52 และ 2.48 - 13.62 ตามลำดับ ซึ่งการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ 50 มก./ล.ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกเพียง 0.1 มก./ล. จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำได้สูงขึ้นเล็กน้อยแต่จะช่วยลดการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ได้ถึงร้อยละ 28.57

2) การใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 30 มก./ล. เพียงอย่างเดียวก็มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีโอดีได้ดีแต่ประสิทธิภาพต่ำกว่าการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ โดยสามารถกำจัดสี ซีโอดีและของแข็งละลายน้ำได้ในช่วงร้อยละ 92.05 - 93.65, 59.30 - 72.55 และ 16.47 - 21.75 ตามลำดับ แต่พบว่าโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์มีประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งละลายน้ำต่ำมากเมื่อเปรียบเทียบกับการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และเมื่อใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ 20 มก./ล. ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก พบว่า ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีได้เล็กน้อย แต่ไม่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดซีโอดีและของแข็งละลายเลย



ภาพที่ 4.11 สรุปประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีไอดี และของแข็งละลายน้ำของน้ำเสียสังเคราะห์สี่ข้อมริแอกทีฟประเภทสีต่างๆ ด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์



ภาพที่ 4.12 สรุปประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีไอดี และของแข็งละลายน้ำของน้ำเสียสังเคราะห์สี่ข้อมริแอกทีฟประเภทสีต่างๆ ด้วยโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์

4.3.3 ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี

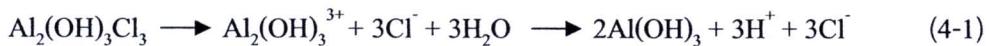
จากผลการทดลองการกำจัดสี ซีไอดี และของแข็งละลายน้ำจากน้ำเสียสังเคราะห์สี
ย้อมรีแอกทีฟด้วยสารสร้างตะกอนทั้ง 2 ชนิดสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.21

ตารางที่ 4.21 สรุปปริมาณที่เหมาะสมของสารสร้างตะกอนแต่ละชนิดในการกำจัดสีน้ำเสีย
สังเคราะห์สีย้อมรีแอกทีฟ

ประเภทน้ำ เสียสี สังเคราะห์รี แอกทีฟ	สารสร้าง ตะกอน	โพลีเมอร์	พีเอชหลัง ตกตะกอน	%การกำจัดสี	%การกำจัด COD	%การกำจัด ของแข็ง ละลายน้ำ	ค่าใช้จ่าย ด้านสารเคมี (บาท/ลบ.ม.)
โทนสีแดง (C.I. Reactive 180)	ACH 70 mg/L	-	4.94	95.32	86.05	12.79	1.405
	PACl 30 mg/L	-	5.43	93.65	69.45	16.47	0.426
โทนสีน้ำเงิน (C.I. Reactive Black 5)	ACH 70 mg/L	-	7.58	95.70	92.52	2.48	1.407
	ACH 50 mg/L	Polymer + 0.1 mg/L	5.9	94.7	88.59	54.20	1.037
	PACl 30 mg/L	-	4.92	92.05	59.30	17.94	0.424
	PACl 20 mg/L	Polymer + 0.1 mg/L	4.43	95.08	92.93	12.5	0.309
โทนสีเหลือง (C.I. Reactive Unknow)	ACH 60 mg/L	-	6.15	94.29	60	13.62	1.205
	ACH 50 mg/L	Polymer + 0.1 mg/L	4.31	92.22	86.64	66.06	1.035
	PACl 30 mg/L	-	5.1	93.42	72.55	21.14	0.427
	PACl 20 mg/L	Polymer + 0.4 mg/L	5.39	92.76	88.00	19.72	0.387

หมายเหตุ	ACH	ราคากิโลกรัมละ	20	บาท
	PACl	ราคากิโลกรัมละ	14	บาท
	Polymer-	ราคากิโลกรัมละ	108	บาท
	Polymer+	ราคากิโลกรัมละ	250	บาท

เมื่อพิจารณาค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีของการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์กับน้ำเสียสังเคราะห์โทนส์ต่างๆ พบว่าโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์มีค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีต่ำกว่าการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์มาก เนื่องจากปริมาณที่ใช้ต่ำกว่า และเมื่อใช้ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวกก็สามารถลดค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีลงได้อีกเล็กน้อย โดยพบว่าการใช้โพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์จะถูกกว่าการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์มากกว่าร้อยละ 50 แต่เมื่อพิจารณาประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำพบว่าการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ร่วมกับโพลีเมอร์ประจุบวก มีประสิทธิภาพการกำจัดของแข็งละลายน้ำได้ดี (1,095-1,545 มก./ล. ซึ่งเป็นจุดเด่นของสารเคมีชนิดนี้) เพราะสารโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์เมื่อเติมลงไปน้ำจะเกิดการแตกตัวดังสมการ(4-1) ได้คลอไรด์ไอออนออกมาทำให้มีผลต่อค่าของแข็งละลายน้ำซึ่งต่างจากสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์ที่ได้ฟล็อก $Al(OH)_3$ เท่านั้น เนื่องจากน้ำเสียโรงงานฟอกย้อมมักมีปัญหาปริมาณของแข็งละลายน้ำสูงเกินมาตรฐานน้ำทิ้งอุตสาหกรรม



4.4 ศึกษาประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีโอดีของน้ำเสียจริงจากระบวนการฟอกย้อมด้วยสารอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรต และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์

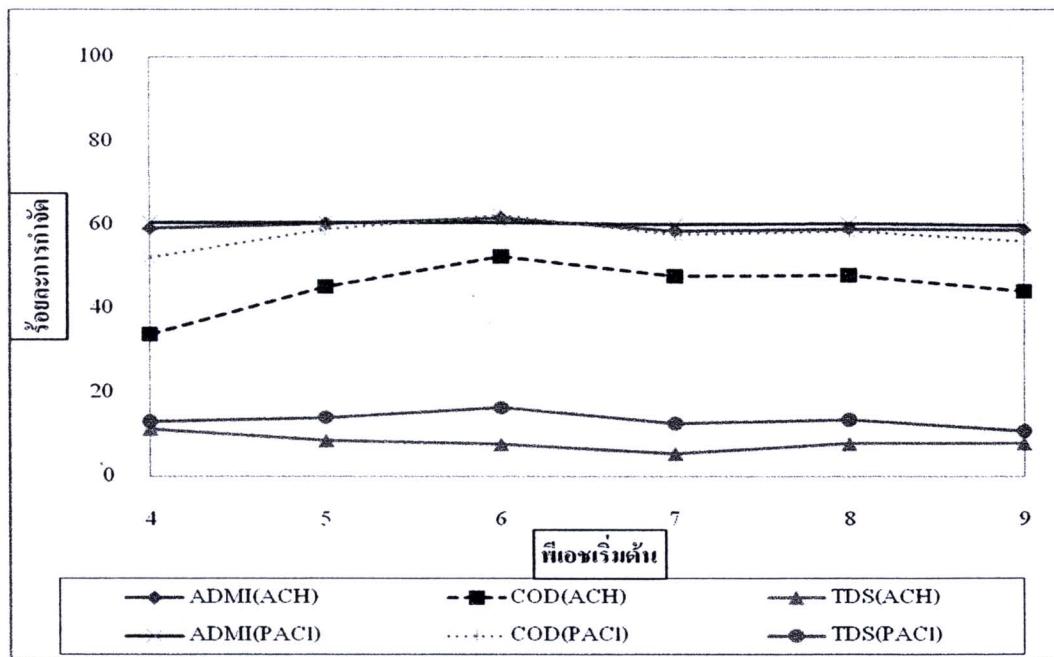
4.4.1 การเปรียบเทียบการกำจัดสีและซีโอดี

4.4.1.1 น้ำเสียจากหม้อต้มย้อม

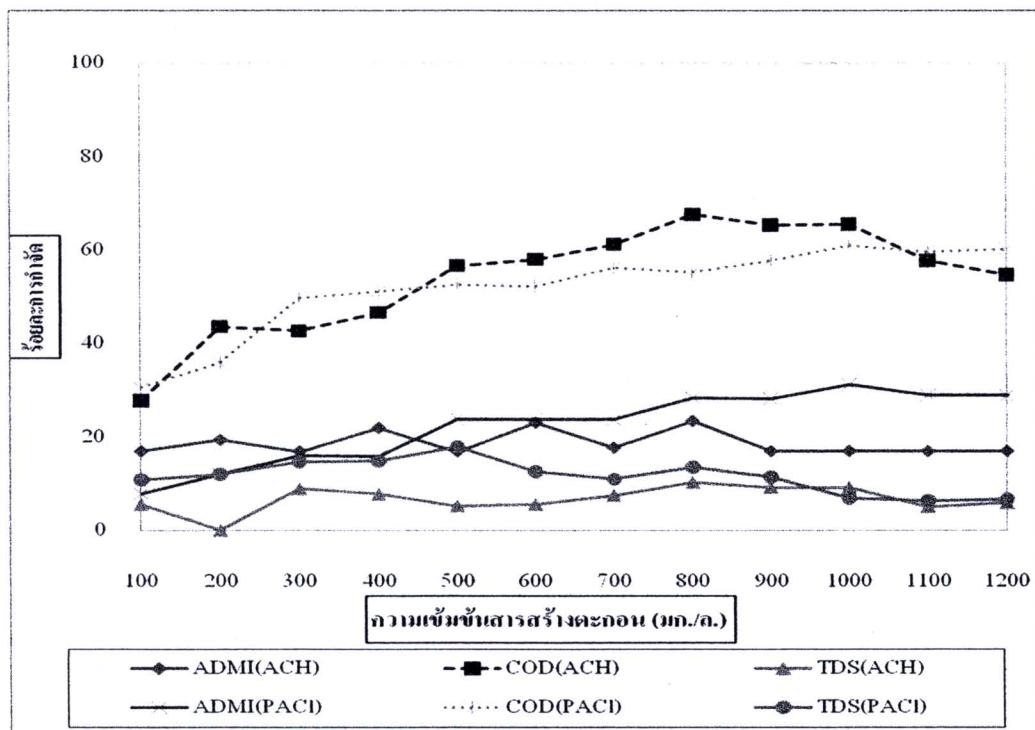
จากผลการทดลองการใช้สารอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรตและโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน โดยปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียจากหม้อต้มย้อมที่ความเข้มข้นสี่ย้อมเริ่มต้นอยู่ในช่วง (200-300 ADMI) พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดีและของแข็งละลายน้ำ มีค่าใกล้เคียงกันในทุกพีเอชแต่ประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดีมีค่าสูงสุดที่พีเอชเท่ากับ 6 โดยมีประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำเท่ากับร้อยละ 61.76, 60.66 52.52, 62.51 และ 7.85, 16.37 ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.13)

จากผลการทดลองการใช้สารอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรตและโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน โดยปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียจากหม้อต้มย้อมเป็น 6 และปรับเปลี่ยนปริมาณความเข้มข้นอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรตและโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ พบว่าประสิทธิภาพการกำจัดสีสูงขึ้นเมื่อเพิ่มปริมาณสาร โดยพบว่าปริมาณอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรตและโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสม คือความเข้มข้น 400 และ 300 มก./ล. มีประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำเท่ากับ 21.95, 15.92 46.66, 49.79 และ 7.76, 14.72 ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.14)

สรุป การใช้สารอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรตและโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอนกับน้ำเสียจากหม้อต้มย้อมไม่เหมาะสมเพราะใช้ปริมาณสารมาก และช่วยกำจัดซีโอดีแต่ไม่สามารถกำจัดสีลงได้ เมื่อพิจารณาถึงประสิทธิภาพในการกำจัดสี จากสารละลายน้ำเสียสังเคราะห์สี่ย้อมกับน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม พบว่าในการกำจัดสีจากสารละลายสี่ย้อมใช้ปริมาณสารตกตะกอนน้อยกว่าการกำจัดสีจากน้ำทิ้งและประสิทธิภาพสูงกว่า ทั้งนี้เนื่องจากสารละลายสีน้ำเสียสังเคราะห์มีเพียงสีและน้ำเป็นตัวทำละลาย ส่วนน้ำทิ้งเป็นน้ำจากหม้อต้มย้อมมาทำการทดลอง ดังนั้นน้ำเสียเหล่านี้นอกจากจะมีสีเป็นส่วนประกอบแล้ว ยังมีสารช่วยย้อมประเภทต่างๆเป็นส่วนประกอบเพิ่มเติม ดังจากการทดลองของ สมคิด วงศ์ไชยสุวรรณ (2525) ได้ศึกษาการกำจัดสีน้ำเสียจากน้ำเสียสังเคราะห์ที่มีสารช่วยย้อมและไม่มีสารช่วยย้อมโดยใช้แมกนีเซียมไฮดรอกไซด์ พบว่าน้ำเสียที่มีสารช่วยย้อมทำให้การกำจัดสีของน้ำเสียเป็นไปได้ยากกว่าน้ำเสียที่ไม่มีสารช่วยย้อม สำหรับสารช่วยย้อมมีผลทำให้การกำจัดสีเป็นไปได้ยาก เนื่องจากสารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ในน้ำทิ้งอาจไปเพิ่มอัตราการละลายของสีย้อม ทำให้คุณสมบัติของอนุภาคสีย้อมเพิ่มแนวโน้มในการที่จะเป็นอนุภาคไฮโดรฟิลิกมากขึ้น หรืออาจเป็นเพราะว่าสารช่วยย้อมที่เจือปนอยู่ เป็นตัวทำให้ประจุไฟฟ้าที่ผิวของอนุภาคสีย้อมมากขึ้น ซึ่งเป็นต้นเหตุให้ประสิทธิภาพในการกำจัดสีลดลง และจะต้องใช้ปริมาณสารเคมีในการกำจัดสีเพิ่มขึ้น (กาญจนาภา ครองธรรมชาติ, 2536)



ภาพที่ 4.13 ร้อยละการกำจัดสีและซีไอคีน้เสยจริงจากหม้อต้บย้อมที่พืเษเริ่มต้บต่างๆ ด้วยอะลูมินัมคลอโรไฮเดรตและโพลียอะลูมินัมคลอไรด์



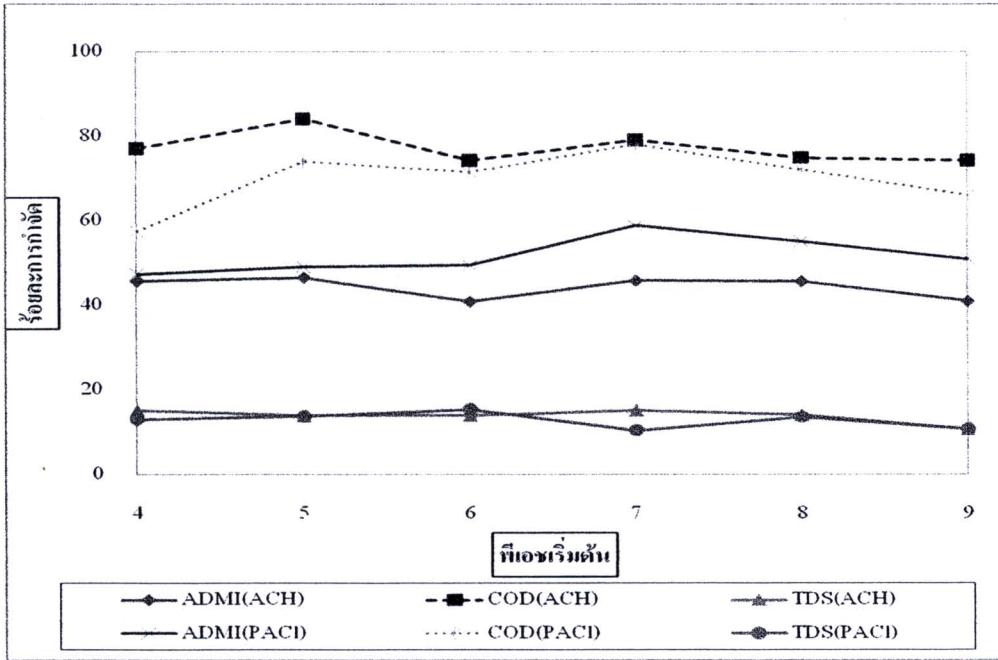
ภาพที่ 4.14 ร้อยละการกำจัดสีและซีไอคีน้เสยจริงจากหม้อต้บย้อมหลังการตกตะกอนด้วยอะลูมินัมคลอโรไฮเดรตและโพลียอะลูมินัมคลอไรด์

4.4.1.2 น้ำเสียจากหม้อล้าง

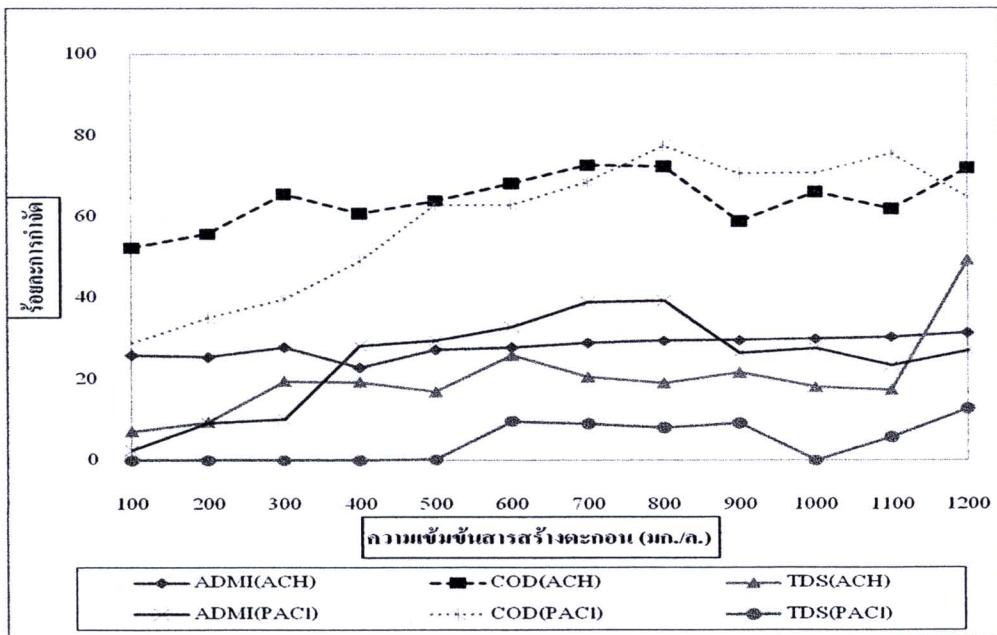
จากผลการทดลองการใช้สารอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอนโดยปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้นของน้ำเสียจากหม้อล้าง พบว่า ไม่มีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดีและของแข็งละลายน้ำ (ดังภาพที่ 4.15)

จากผลการทดลองการใช้สารอะลูมิเนียมคลอโรไฮเดรตและโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอนโดยปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้นของน้ำล้างจากหม้อต้มย้อมใช้ได้ที่ความเข้มข้น 300 และ 400 มก./ล. มีประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดีและของแข็งละลายน้ำเท่ากับร้อยละ 27.85, 28.24 65.58, 49.07 และ 19.51, 0 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าประสิทธิภาพการกำจัดค่อนข้างต่ำ ซึ่งน้ำเสียหลังการบำบัดยังมีค่าสีและของแข็งละลายน้ำสูงมาก 2014 และ 2003 ADMI ตามลำดับและ 8,371 และ 10,475 มก./ล.ตามลำดับ ส่วนซีโอดีมีค่าต่ำมาก 88.81 และ 165 มก./ล.ตามลำดับ (ดังภาพที่ 4.16)

สรุป การกำจัดสีและซีโอดีจากหม้อล้างเป็นน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสีสูงและมีสารปนเปื้อนสูงมาก เช่น สารช่วยย้อมและสารซักล้างเป็นตัวทำให้ประจุไฟฟ้าที่ผิวของอนุภาคสีย้อมมากขึ้นทำให้มีค่าการนำไฟฟ้าสูงถึง 9.5 (ms/cm) จึงทำให้การตกตะกอนทางเคมีเป็นไปได้ยาก (วรรณวรรณ, 2546) ดังนั้นน้ำเสียจากหม้อย้อมและหม้อล้างจึงควรทำการเจือจางผสมกับน้ำเสียรวมในโรงงานก่อนที่จะผ่านการบำบัดด้วยกระบวนการตกตะกอนทางเคมีเพื่อจะให้ประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดี ดีที่สุด



รูปที่ 4.15 ร้อยละการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียจริงจากหม้อล้างที่พีเอช เริ่มต้นต่างๆ ด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์



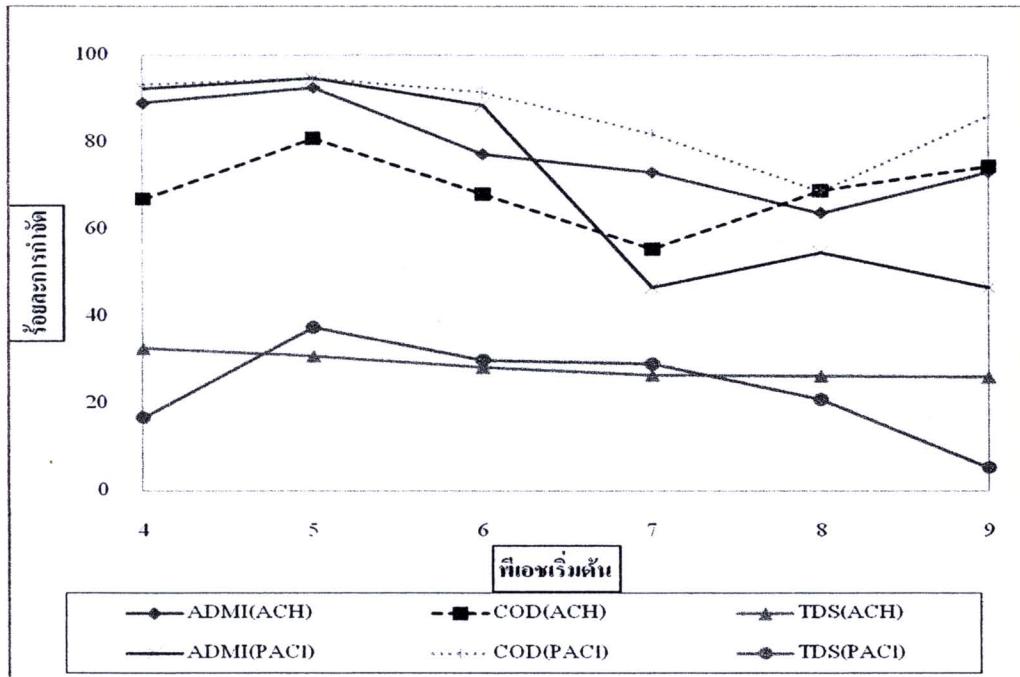
รูปที่ 4.16 ร้อยละการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียจริงจากหม้อล้างหลังการตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่ความเข้มข้นต่างๆ

4.4.1.3 น้ำเสียรวมก่อนเข้าระบบบำบัด

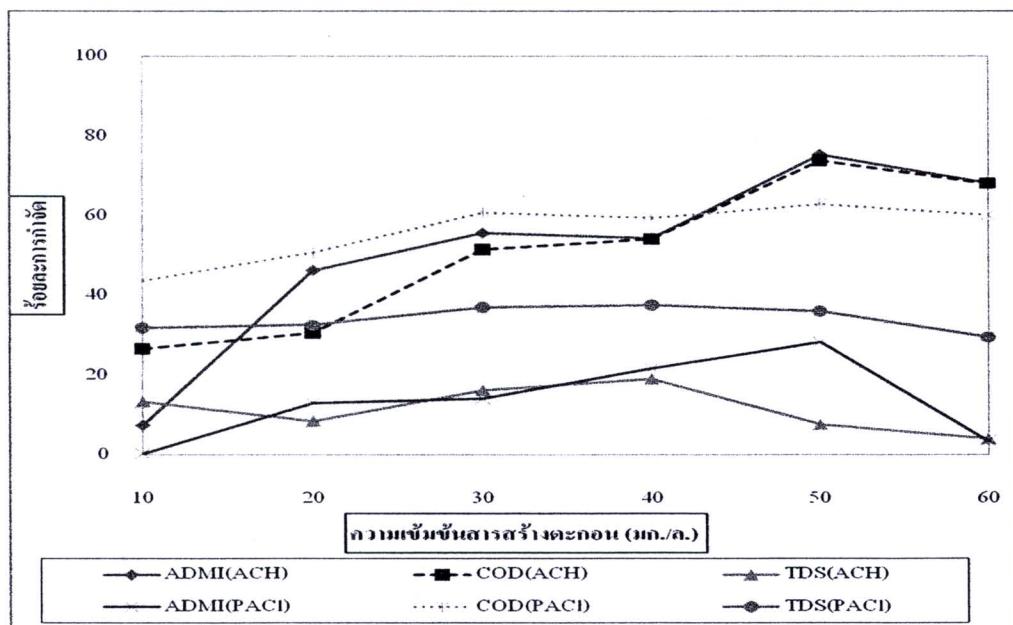
น้ำเสียรวมก่อนเข้าระบบบำบัดมีค่าพีเอชเท่ากับ 10.48 มีค่าสี ซีโอดี และของแข็งละลายน้ำเท่ากับ 151 ADMI 547 มก./ล.และ 5,270 มก./ล.ตามลำดับ

การทดลองทำการปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้น โดยใช้สารอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพธิอะลูมินัมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน พบว่าค่าพีเอชเริ่มต้นมีผลต่อประสิทธิภาพการกำจัดโดยที่พีเอชเริ่มต้นเท่ากับ 5 มีประสิทธิภาพการกำจัดสี ซีโอดีและของแข็งละลายน้ำสูงสุดเท่ากับร้อยละ 92.59, 94.64 80.89,94.66 และ 30.93,37.57 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.17

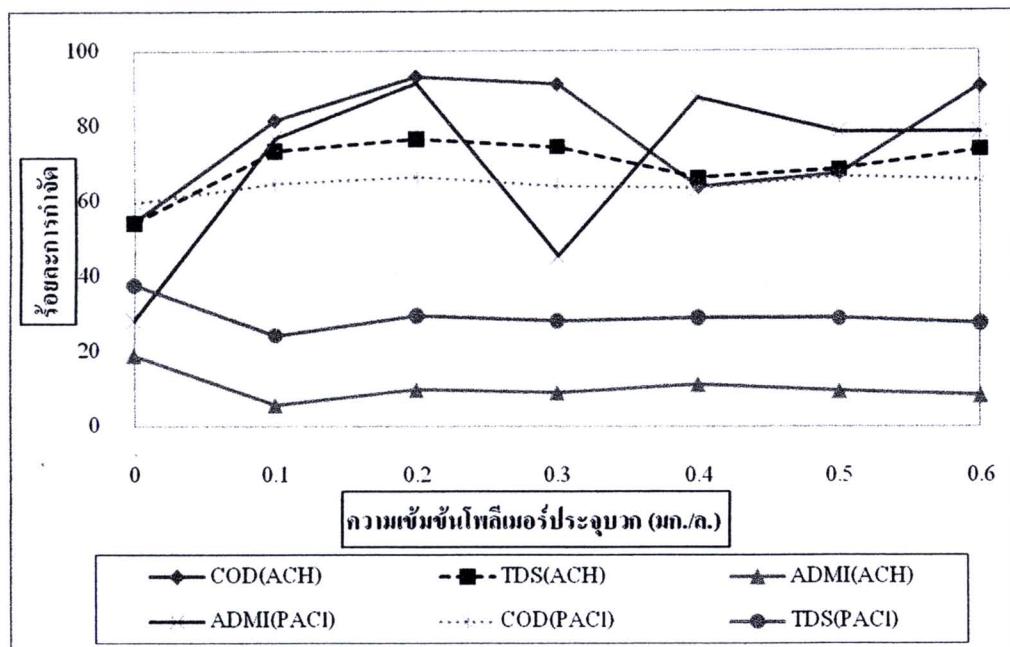
จากผลการทดลองการใช้สารอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพธิอะลูมินัมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอนโดยปรับเปลี่ยนพีเอชเริ่มต้นน้ำเสียเท่ากับ 5 และแปรเปลี่ยนปริมาณความเข้มข้นอะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพธิอะลูมินัมคลอไรด์ พบว่าการใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพธิอะลูมินัมคลอไรด์เท่ากับ 50 มก./ล. อย่างเดียวก็สามารถกำจัดสีและซีโอดีสูงถึงร้อยละ 75.401,28.31และ 73.88,62.99 ตามลำดับ ดังภาพที่ 4.18 น้ำเสียหลังการทดลองมีค่าสีและซีโอดีลดลงแต่ยังคงมีค่าเกินเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งและเมื่อทดลองตกตะกอนน้ำเสียรวมก่อนเข้าระบบบำบัดโดยใช้อะลูมินัมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพธิอะลูมินัมคลอไรด์ 40 มก./ล.ร่วมกับโพธิเมอร์ประจุบวก 0.2 มก./ล. พบว่าสามารถเพิ่มประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีโอดีสูงขึ้นเท่ากับร้อยละ 93.04,91.31 และ 76.33,66.17 ตามลำดับ เนื่องจากโพธิเมอร์เป็นสารช่วยรวมตะกอน (Coagulant aid) เพิ่มเป่าสัมผัสและรวมตะกอนให้มีอนุภาคใหญ่ขึ้นมีน้ำหนักตกตะกอนได้ง่ายขึ้น มีโครงสร้างเป็นสายยาวทำหน้าที่เป็นสะพานเชื่อมให้กลุ่มตะกอนเคลื่อนที่มาสัมผัสและรวมตัวกันตกตะกอนลงมาเร็วขึ้น (Costello, 1984) แต่ถ้าเติมมากเกินไปจะทำให้อนุภาคคอลลอยด์กลับคืนมาสู่สถานะเสถียรอีกครั้งหนึ่ง (Rebhun และ Luric, 1993) ส่วนค่าของแข็งละลายน้ำหลังการตกตะกอนยังคงมีค่าสูงมากอาจเป็นเพราะน้ำเสียจริงมีสิ่งเจือปนรวมกันในปริมาณสูง ผลึกของอะลูมิเนียมไฮดรอกไซด์บางส่วนจะไปกำจัดสิ่งเจือปนอื่นในน้ำเสียด้วย มีผลทำให้ประสิทธิภาพในการกำจัดของแข็งละลายน้ำลดลง ดังภาพที่ 4.19 และ 4.20



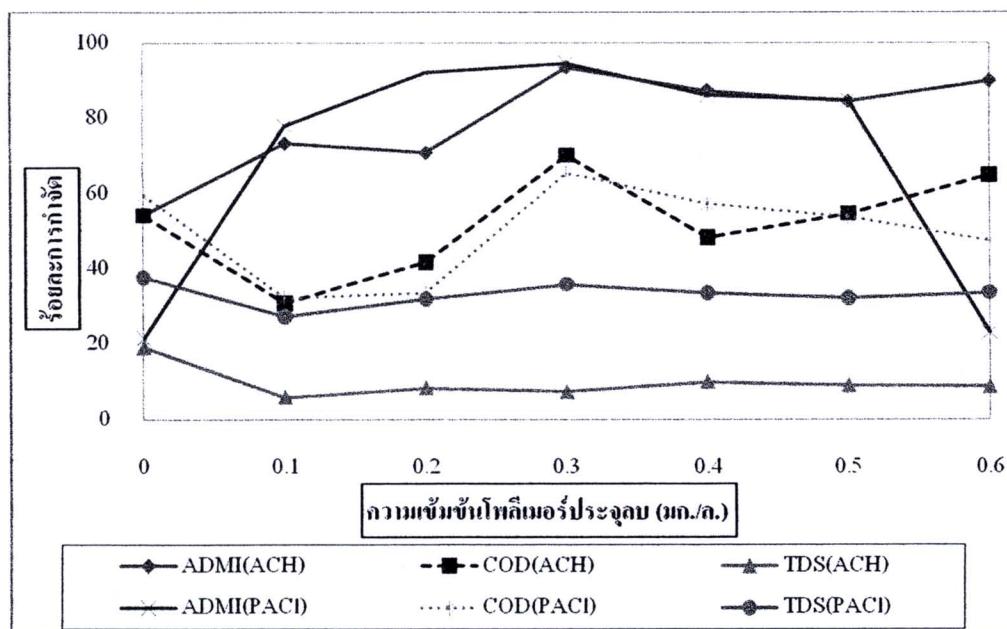
ภาพที่ 4.17 ร้อยละการกำจัดซีแอดีและซีโอดีน้ำเสียรวมก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดที่พีเอช เริ่มต้นต่างๆ ด้วย อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์



ภาพที่ 4.18 ร้อยละการกำจัดซีแอดีและซีโอดีน้ำเสียรวมก่อนเข้าสู่ระบบบำบัดหลังการตกตะกอนด้วย อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์



รูปที่ 4.19 ร้อยละการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียรวมก่อนเข้าระบบบำบัดร่วมด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์กับโพลีเมอร์ประจุบวก



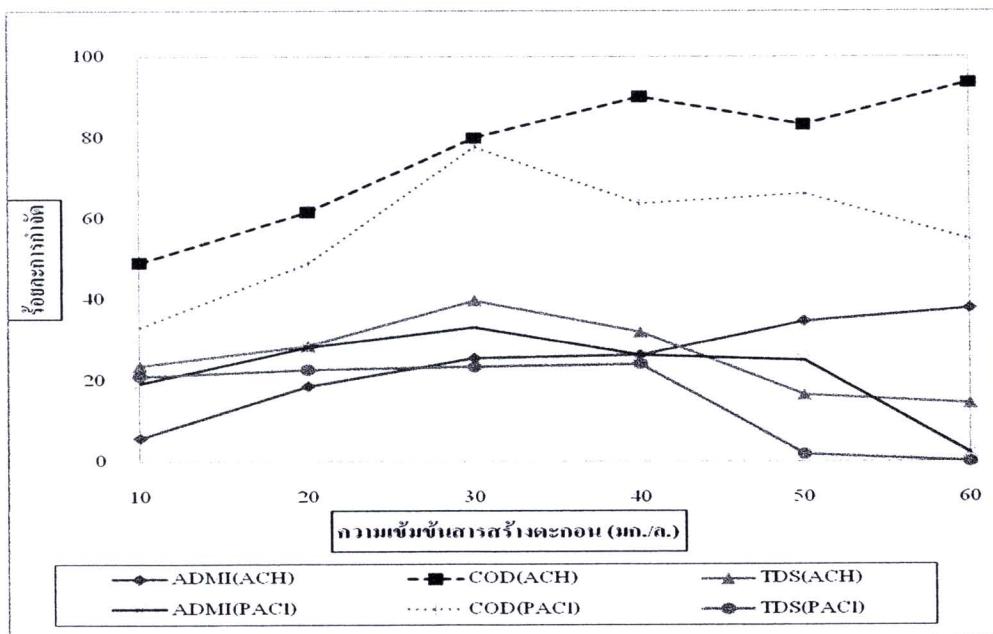
รูปที่ 4.20 ร้อยละการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียรวมก่อนเข้าระบบบำบัดร่วมด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์กับโพลีเมอร์ประจุลบ

4.4.1.4 น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว

น้ำเสียหลังผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้วมีค่าซีโอดีค่อนข้างต่ำ 81 มก./ล. และมีค่าพีเอช 8.47 ความเข้มข้นสี 201 ADMI แต่พบว่าค่าของแข็งละลายน้ำยังคงสูง 3,450 มก./ล. เกินเกณฑ์ค่ามาตรฐานน้ำทิ้งจึงนำมาตกตะกอนทางเคมีเพื่อกำจัดของแข็งละลายน้ำ

พีเอชที่เหมาะสมคือ 6-7 โดยไม่ต้องทดลองก็สามารถนำผลการทดลองกับน้ำเสียสังเคราะห์มาใช้ได้

จากผลการทดลองใช้สารอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพตัสเซียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอน พบว่า การใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพตัสเซียมคลอไรด์เพียง 10 มก./ล. ก็สามารถกำจัดของแข็งละลายน้ำในน้ำเสียให้ได้ต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานน้ำทิ้งแล้ว คือ 2,635 และ 2,725 มก./ล. ตามลำดับ คิดเป็นร้อยละการกำจัด 23% และช่วยลดสีและซีโอดีลงเท่ากับ 5.7%, 19.2% และ 41.03% , 54.16% ตามลำดับดังภาพที่ 4.21



ภาพที่ 4.21 ร้อยละการกำจัดสีและซีโอดีน้ำเสียจริงที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้วหลังการตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพตัสเซียมคลอไรด์

4.5 ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี

ก) การหาปริมาณอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการกำจัดสีและซีโอดีจากน้ำเสียรวมโรงงานฟอกย้อม ได้ปริมาณอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายที่น้ำเสียประเภทต่างๆรวมราคาสารเคมีปรับพีเอชน้ำแล้ว ได้แก่ น้ำเสียจากหม้อต้มย้อม น้ำเสียจากหม้อล้างน้ำเสียรวมก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว มีปริมาณอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมคือ 400 300 50 และ 10 มก./ล.ตามลำดับ มีค่าใช้จ่าย 302.12 81.24 28.36 และ 20.72 บาท/ลบ.ม.ตามลำดับ เมื่อใช้ปริมาณอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมคือ 40 มก./ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ประจุบวกและประจุลบ 0.2 และ 0.3 มก./ล. ตามลำดับ มีค่าใช้จ่าย 28.41 และ 28.39 บาท/ลบ.ม.ตามลำดับ

ข) การหาปริมาณโพธิอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมในการกำจัดสีและซีโอดีจากน้ำเสียรวมโรงงานฟอกย้อม ได้ปริมาณโพธิอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมและค่าใช้จ่ายที่น้ำเสียประเภทต่างๆรวมราคาสารเคมีปรับพีเอชน้ำแล้ว ได้แก่ น้ำเสียจากหม้อต้มย้อม น้ำเสียจากหม้อล้างน้ำเสียรวมก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด และน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้วมีปริมาณโพธิอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมคือ 300 400 50 และ 10 มก./ล.ตามลำดับ มีค่าใช้จ่าย 298.32 80.84 28.06 และ 20.66 บาท/ลบ.ม.ตามลำดับ เมื่อใช้โพธิอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่เหมาะสมคือ 40 มก./ล. ร่วมกับโพลิเมอร์ประจุบวกและประจุลบ 0.2 และ 0.3 มก./ล. ตามลำดับ มีค่าใช้จ่าย 27.97 และ 27.95 บาท/ลบ.ม.ตามลำดับ

4.6 เปรียบเทียบประสิทธิภาพการกำจัดการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ กับน้ำเสียจริง

จากตารางที่ 4.22 สรุปได้ว่า อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ไม่เหมาะสมกับน้ำเสียที่มีความเข้มข้นสูงมากเช่น น้ำเสียจากหม้อต้มขี้มและน้ำเสียจากหม้อล้าง โดยพบว่า ต้องใช้สารตกตะกอนเป็นปริมาณสูงมากและมีประสิทธิภาพในการกำจัดสีต่ำ รวมทั้งไม่สามารถกำจัดของแข็งละลายน้ำได้

การใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์กับน้ำเสียรวมก่อนการบำบัดซึ่งมีค่าสี และซีไอดีเท่ากับ 151 ADM II และ 547 มก./ล.และมีค่าของแข็งละลายน้ำสูงมาก 5,270 มก./ล. จากผลการทดลองสภาวะที่เหมาะสม พบว่าการใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์ร่วมกับโพลิเมอร์ประจุบวกมีประสิทธิภาพการกำจัดสีและซีไอดีสูงมากร้อยละ 91.66-94.66 และ 62.99-76.33 ตามลำดับ ซึ่งพบว่าค่าซีไอดีหลังตกตะกอนทางเคมีลดลงเหลือเพียง 129.5-163 มก./ล. ส่วนค่าของแข็งละลายน้ำหลังการบำบัดพบว่ามีค่า 3,380-4,965 มก./ล. ถ้านำน้ำเสียหลังการบำบัดทางเคมีแล้ว เมื่อนำไปบำบัดต่อด้วยวิธีทางชีวภาพ คาดว่าน่าจะสามารถกำจัดซีไอดีและของแข็งละลายน้ำให้ได้ตามค่ามาตรฐานน้ำทิ้งได้

การใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์กับน้ำเสียหลังผ่านระบบบำบัดทางชีวภาพแล้ว พบว่า ปริมาณอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เพียง 10 มก./ล.ก็สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำได้ร้อยละ 21.01-23.62

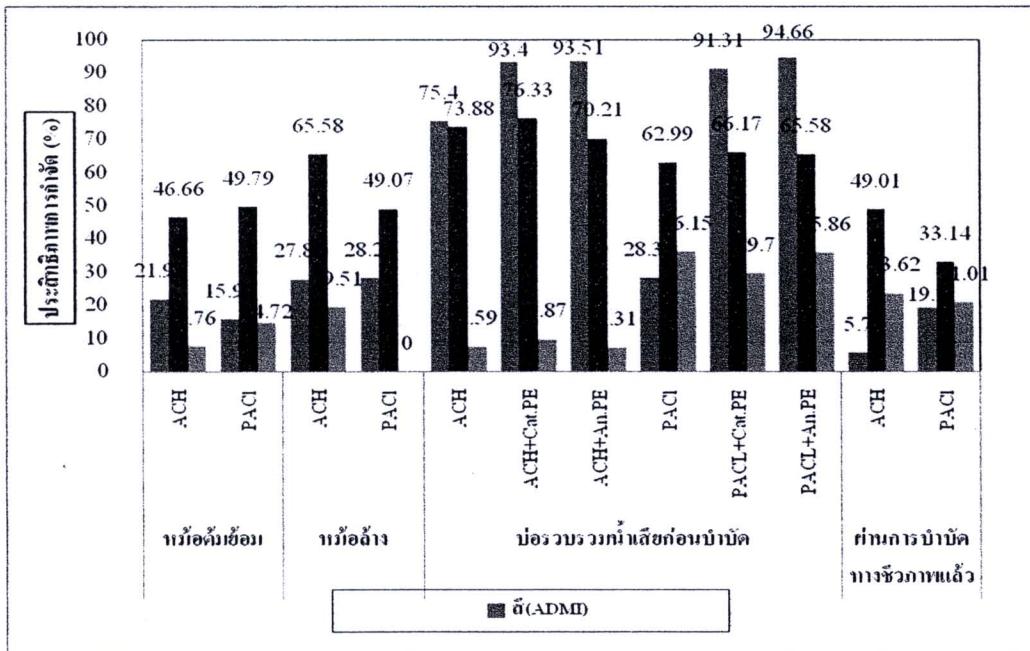
ดังนั้นสรุปได้ว่าอะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลิอะลูมิเนียมคลอไรด์เป็นสารสร้างตะกอนที่มีประสิทธิภาพในการกำจัดสีและซีไอดีในน้ำเสียรวมที่มีความเข้มข้นสูงนักและมีประสิทธิภาพดีในการกำจัดของแข็งละลายน้ำในน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว ดังภาพที่ 4.22 และ 4.23 โดยมีค่าใช้จ่ายเพียง 27.97-28.41 และ 20.66-20.72 บาท/ลบ.ม. สำหรับน้ำเสียรวมก่อนบำบัดและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว

ตารางที่ 4.22 สรุปสถานะที่เหมาะสมของสารสร้างตะกอนแต่ละชนิดในการกำจัดสีน้ำเสียรวมจากโรงงานฟอกย้อม

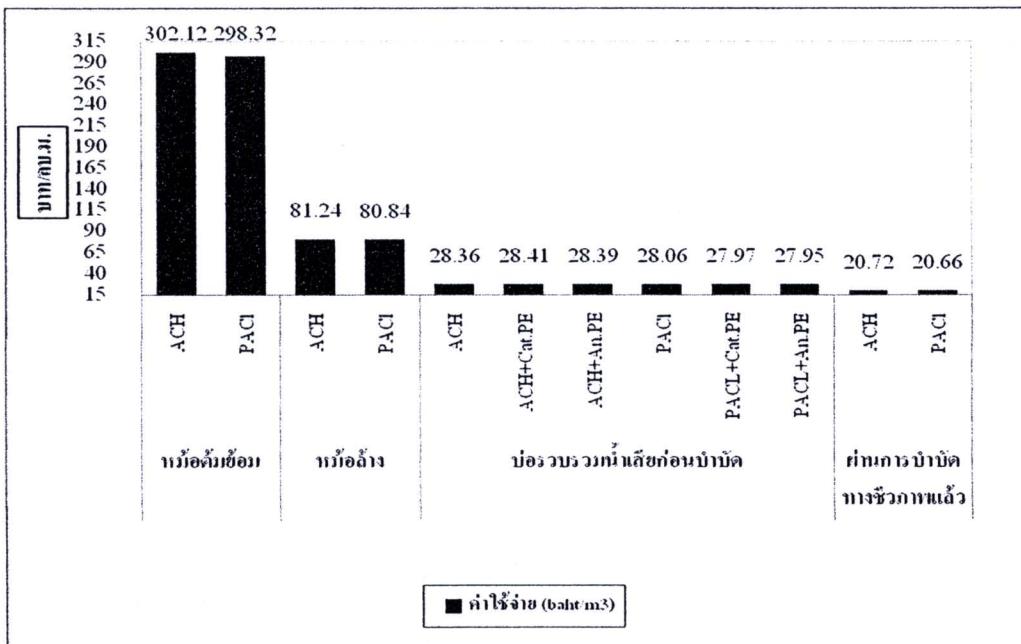
ประเภทน้ำเสีย	สารสร้างตะกอน	โพลีเมอร์	ฟิเอช	%การกำจัดสี	%การกำจัด COD	%การกำจัดของแข็งละลายน้ำทั้งหมด	ค่าใช้จ่ายด้านสารเคมี (บาท/ลบ.ม.)
หม้อต้มย้อม	ACH 400 mg/L	-	6.55	21.95	46.66	7.76	302.12
	PACl 300 mg/L	-	4.92	15.92	49.79	14.72	298.32
หม้อล้าง	ACH 300 mg/L	-	6.52	27.85	65.58	19.51	81.24
	PACl 400 mg/L	-	4.91	28.24	49.07	0	80.84
บ่อรวบรวมน้ำเสียก่อนบำบัด(1)	ACH 50 mg/L	-	6.71	75.40	73.88	7.59	28.36
	ACH 40 mg/L	Polymer + 0.2 mg/L	6.33	93.04	76.33	9.87	28.41
	ACH 40 mg/L	Polymer - 0.3 mg/L	6.7	93.51	70.21	7.31	28.39
	PACl 50 mg/L	-	4.43	28.31	62.99	36.15	28.06
	PACl 40 mg/L	Polymer + 0.2 mg/L	4.73	91.31	66.17	29.7	27.97
	PACl 40 mg/L	Polymer - 0.3 mg/L	4.17	94.66	65.58	35.86	27.95
	ACH 10 mg/L	-	6.87	5.7	49.01	23.62	20.72
ชีวภาพแล้ว (2)	PACl 10 mg/L	-	7.22	19.2	33.14	21.01	20.66

หมายเหตุ	ACH	ราคา กิโลกรัม ละ	20	บาท
	PACl	ราคา กิโลกรัม ละ	14	บาท
	Polymer-	ราคา กิโลกรัม ละ	108	บาท
	Polymer+	ราคา กิโลกรัม ละ	250	บาท

- (1) การใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์กับน้ำในบ่อรวบรวมน้ำเสียไม่สามารถกำจัดซีโอไซด์และของแข็งละลายน้ำได้โดยเฉพาะโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์มีผลทำให้ค่าฟิเอชลดลงไม่ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้งที่ 5-9
- (2) น้ำที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพมีค่าของแข็งละลายน้ำเกินมาตรฐานเล็กน้อย 3,450 มก./ล. ส่วนพารามิเตอร์อื่นๆ ได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง การใช้อะลูมิเนียมคลอไรด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์กับน้ำเสียเพียง 10 มก./ล. สามารถลดค่าของแข็งละลายน้ำได้ตามมาตรฐานน้ำทิ้ง



ภาพที่ 4.22 สรุปผลการทดลองของสารสร้างตะกอนแต่ละชนิดในการกำจัดดีและซีไอดีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม



ภาพที่ 4.23 สรุปค่าใช้จ่ายสารเคมีสารสร้างตะกอนแต่ละชนิดในการกำจัดดีและซีไอดีในน้ำเสียจากโรงงานฟอกย้อม

ตารางที่ 4.23 ตารางเปรียบเทียบงานวิจัยอื่นๆ

สารตกตะกอน	ประเภทสีเชื่อม	ปริมาณสารที่ ใช้ (มก./ล.)	ประสิทธิภาพ การกำจัดสี(%)	ประสิทธิภาพ การกำจัดซีไอดี (%)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ลบ.ม.)	หมายเหตุ
1. สารส้ม , ปูน ขาว และ แมกนี เซียม คาร์บอเนตไฮเด รตเบสิก(MCHB)	สีแคว้ด ไค เร็กท์ รีแอก ทีฟ ซัลเฟอร์ อะ โซอิกและ เมททัลลิก	500 1,000 และ 250	มากกว่า 70	65-77	0.75-10.70	Pandswad, T. และ Wongchaisuw a.,(1986); สมคิด วงศ์ไชย สุวรรณ (2525)
2. สารโซเดียม ไฮโครซัลไฟท์ ไฮโครเจนเปอร์ ออกไซด์ และ โซเดียมไฮโปร คลอไรท์	สีแคว้ด ไค เร็กท์ รีแอก ทีฟ ซัลเฟอร์ อะ โซอิก เอ ซิดและสี เบสิก	1.80-28.80	50 และ 75	78-86	0.13-18.80	อภิชาติ ปาน เจริญ (2526)
3. โพลีอูมิเนียม คลอไรด์, เพอร์ริค ซัลเฟต และ แคลเซียมไฮดรอก ไซด์	รีแอกทีฟ สี ไคเร็กท์ สีคิส เพิสและสีเบ สิก	2,000 250 และ400 โพลี เมอร์ประจุ บวก 3.5 5.0 และ 3.50	-	57.8 51.9 และ 48.3	28 42 และ 30	สวีณา เกตุ สุวรรณ (2543)
4. โพลีอูมิเนียม คลอไรด์	รีแอกทีฟ สีเอ ซิด สีไคเร็กท์ และสีคิสเพิส	400-500, 500-3,000 ,600-3,000 และ100-1500	0.3-59.7, 8.2-84.5, 7.6-81.9 และ 63.5-96.1	2.6-27.6, 10.6-58.0, 6.6-46.3 และ 54.2-95.0	30-75, 30-546, 36-202 และ 7-93	กาญจนา ครอง ธรรมชาติ (2535)
5. เพอร์ริคคลอไรด์ เพอร์ริคซัลเฟต สารส้ม โพลี อูมิเนียมคลอ ไรด์ และเบนโท ไนท์	สีรีแอกทีฟ สี แอซิด สีเบสิก สีไคเร็กท์ สี แควด และสีคิส เพอร์ริค	750-1000	77-99, 98 และ 99	60-93, 83, 70-84 และ65.71	8.25-14.75	จรรุทัศน์ มลิณ ทะเล (2537)
6. อูมิเนียม ซัลเฟต โพลี อูมิเนียมคลอ ไรด์ เพอร์ริค ซัลเฟต และเพอร์ ริคซัลเฟต	สีคิสเพอร์ริค สี ไคเร็กท์ และ สีรีแอกทีฟ	500-1000	100 97 และ 41	64.09-66	10.34-25.33	ขนิษฐา เจริญ ลาภ (2545)
7. สารส้ม ถ่านกัม มันต์และซีเถ้าลอย	สีเอซิด สีไค เร็กท์ และสีรี แอกทีฟ	25-50	86.0-93.2และ 67.7-72.8	65.0-74.0 และ 56.0-65.0	6.4-9.4 และ 4.9-7.4	อริศรา พุ่มเก ชา(2539)

สารตกตะกอน	ประเภทสีข้อม	ปริมาณสารที่ ใช้ (มก./ล.)	ประสิทธิภาพ การกำจัดสี(%)	ประสิทธิภาพ การกำจัดซีไอดี (%)	ค่าใช้จ่าย (บาท/ลบ.ม.)	หมายเหตุ
8.เฟนคันรีเอเจนต์ (สารผสมของ ไฮโครเจเปอร์ ออกไซด์และ เฟอร์รัสซัลเฟต)	สีไคเร็กซ์ สีรี แอกทีฟ เอซิด และสีเบสิก	110-185 และ 19-36	83-94	37-61	5.94-9.55	ปีวัฒ ณะ สังข์ (2539)

เมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองกำจัดสีข้อมด้วยวิธีการตกตะกอนทางเคมีด้วยสารเคมีชนิดต่างๆ ดังตารางที่ 4.23 พบว่า ประสิทธิภาพการกำจัดสีข้อมมีความแตกต่างกันมากขึ้นกับชนิดสีข้อมและชนิดของสารตกตะกอน ซึ่งโดยทั่วไปพบว่ามีการใช้ปริมาณสารตกตะกอนชนิดต่างๆ สูงมาก ทำให้มีค่าใช้จ่ายด้านสารเคมีสูงและประสิทธิภาพการกำจัดก็ไม่สูงมาก ส่วนการศึกษานี้มีการใช้สารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์กับสีข้อมรีแอกทีฟกับน้ำเสียจริง พบว่าปริมาณสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์ต่ำมาก สารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์มีประสิทธิภาพการกำจัดสูงกว่าโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์ ซึ่งมีผลต่อค่าใช้จ่ายเท่ากับ 27.97-28.41 บาท/ลบ.ม. สรุปว่าสารอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพไลอะลูมิเนียมคลอไรด์ที่ทำการศึกษามีประสิทธิภาพกำจัดสีรีแอกทีฟได้ดี และปริมาณใช้สารเคมีต่ำกว่าการใช้สารเคมีในงานวิจัยอื่นๆ

4.7 ผลการวิเคราะห์ตะกอนที่เกิดจากการตกตะกอนเคมี

1) น้ำเสียสีสังเคราะห์

จากผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่อง Fourier Transform Infra-red Spectrometer พบว่า องค์ประกอบของตะกอนจากการตกตะกอนด้วยอะลูมิเนียมคลอไรด์ไฮดรอกไซด์และโพลีอะลูมิเนียมคลอไรด์ ในแต่ละโตนสีมีองค์ประกอบเหมือนกันโดยพบองค์ประกอบ Aromatic compound. เป็นส่วนใหญ่ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักของน้ำเสียของสีย้อมที่ใช้ในการทดลองนี้ ดังตารางที่ 4.24 และไม่พบเกลือของโลหะหนัก (Al(OH)₃) เลยอาจเนื่องจากการใช้สารตกตะกอนปริมาณน้อยมาก

2) น้ำเสียจริงโรงงานฟอกย้อม

จากผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่อง Fourier Transform Infra-red Spectrometer พบว่า องค์ประกอบตะกอนที่พบเป็นพวก Hydroxy or amino compound and inorganic compound เป็นส่วนใหญ่และพบตะกอนโลหะหนักเนื่องจากใช้สารตกตะกอนปริมาณมาก ประกอบกับน้ำเสียจริงมีการใช้สารต่างและเกลือในกระบวนการผลิตมากทำให้โลหะเหล่านี้ตกตะกอนมากับน้ำเสียจากหม้อต้มย้อม น้ำล้างจากหม้อต้มย้อม น้ำเสียรวมก่อนการบำบัดและน้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว

ตารางที่ 4.24 ผลการวิเคราะห์ตะกอนด้วยเครื่อง FTIR

ประเภทตะกอน	สารสร้างตะกอน	โพลีเมอร์	องค์ประกอบของตะกอน
สีรีแอกทีฟโทนสีแดง	ACH 70 มก./ล.	-	Aromatic compound-possibly hydroxy or amino substituted.
	PACl 20 มก./ล.	ประจุบวก 0.1 มก./ล.	Aromatic compound-possibly hydroxy or amino substituted.
สีรีแอกทีฟโทนสีน้ำเงิน	ACH 50 มก./ล.	ประจุบวก 0.1 มก./ล.	Aromatic compound-possibly hydroxy or amino substituted aromatic ,alcohol-alkoxy substituted or halogenated phenol.
	PACl 30 มก./ล.	-	Aromatic compound-possibly hydroxy or amino substituted,aromatic alcohol-alkoxy substituted or halogenated phenol.
สีรีแอกทีฟโทนสีเหลือง	ACH 70 มก./ล.	-	Ortho aryl aryloxy or arylamino compound, hydroxy or amino compound-general.
	PACl 30 มก./ล.	-	Ortho aryl aryloxy or arylamino compound, hydroxy or amino compound-general.

ประเภทตะกอน	สารสร้างตะกอน	โพลีเมอร์	องค์ประกอบของตะกอน
น้ำเสียจากหม้อต้มซัอม	ACH 400 มก./ล.	-	hydroxy or amino compound-general,inorganic compound-hydrated metal salt or oxide.
	PACl 300 มก./ล.	-	Hydroxy or amino compound-general,inorganic compound-hydrated sulphate.
น้ำล้างจากหม้อต้มซัอม	ACH 300 มก./ล.	-	Hydroxy or amino compound-general,inorganic compound-hydrated metal salt or oxide,inorganic compound-sulphate
	PACl 400 มก./ล.	-	Hydroxy or amino compound-general,inorganic compound-hydrated metal salt or oxide,inorganic compound-sulphate, inorganic compound-hydrated sulphate.
น้ำเสียรวมก่อนเข้าสู่ระบบบำบัด	ACH 50 มก./ล.	ประจุบวก 0.2 มก./ล.	Alkyl group-general, alkyl group-hydroxy or possibly amino substituted,hydroxy or amino compound-general.
	PACl 50 มก./ล.	ประจุบวก 0.2 มก./ล.	Alkyl group-general, alkyl group-hydroxy or possibly amino substituted,hydroxy or amino compound-general,aliphatic alcohol with carbonyl substituted.
น้ำเสียที่ผ่านการบำบัดทางชีวภาพแล้ว	ACH 10 มก./ล.	-	hydroxy or amino compound-general,inorganic compound-hydrated metal salt or oxide.
	PACl 10 มก./ล.	-	hydroxy or amino compound-general,inorganic compound-hydrated metal salt or oxide,inorganic compound-hydrate sulphate.